Beiträge

zur

Kenntniss einiger Kaolinlagerstätten.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

hohen philosophischen Facultät Section II

der

Kgl. bayr. Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

H. Rösler

aus Rodach (Herzogthum Coburg).

Stuttgart.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Nägele).

1902.

Beiträge

zur

Kenntniss einiger Kaolinlagerstätten.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

hohen philosophischen Facultät Section II

der

Kgl. bayr. Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

H. Rösler

aus Rodach (Herzogthum Coburg).

ACAD. LUDWIG MAX. BIBL.

Stuttgart.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Nägele).

1902.

Druck von Carl Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Beiträge zur Kenntniss einiger Kaolinlagerstätten.

Von

H. Rösler aus Rodach (Herzogthum Coburg).

Mit 3 Textfiguren.

Literaturverzeichniss.

1. W. Alexjejeff, Über den Thon von Kossoi-Brod an der Tschussowaja. Verhandl. k. russ. min. Ges. 1897. (2.) **35**. 63.
2. J. André, Studien über die Verwitterung des Granits. 1866.
3. J. Aron, im Notizblatt. 1873. p. 167.
4. — Einige Bemerkungen über Untersuchungen von Thonen. Ibid. 1874. Heft 3.
5. Auscher, Les céramiques cuisant à haute température. p. 21.
6. Auscher und Quillard, Technologie de céramique. Paris 1901. p. 23.
7. A. Bauer, Analyse eines Kaolins von Zettlitz. Sitzungsber. k. Akad. Wiss. Wien 1858. **22**. 693.
8. Bergeat, in Jahresber. von Passau. **3**. 209.
9. Berthier, in Annal. de min. 1835. **62**.
10. — Über Kaolin und einige Thonarten. Annal. chim. phys. 1836. **60** und Journ. prakt. Chemie. 1837. **10**. 28.
11. — in Annal. chim. phys. **62**. 225.
12. Berzelius, in Berz.' Jahresber. Fortschr. phys. Wiss. **4**. 163.
13. E. A. Bielz, Die Gesteine Siebenbürgens. Hermannstadt 1889. p. 17.
14. C. G. Bischof, in Nöggerath, Das Gebirge von Rheinland-Westfalen. 1826. **4**. 250.
15. — Die vulcanischen Mineralquellen. Bonn 1826. p. 298.
16. — Lehrbuch der chem. und physikalischen Geologie. Bonn 1855.
17. C. Bischof, Die feuerfesten Thone. Leipzig 1877.
18. — Zur chemischen Constitution der Thone. Notizblatt. 1875. Heft 2.
19. — Pyrometrische Beleuchtung der von Dr. Seger in Betreff besserer Kenntniss der Kaoline erhaltenen Resultate. Thonind.-Ztg. 1877. Heft 24, 25, 26 u. 27; Notizbl. Ver. Fabr. Ziegeln. 1877. Heft 1, Nachtrag.

20. C. Bischof, Die Thone aus Bayern. 1883.
21. L. Bissinger, Über Verwitterungsvorgänge bei krystallinen und Sedimentärgesteinen. Dissert. Erlangen 1894.
22. L. Fr. Bley, Chemische Untersuchung einer Porcellanerde von dem Gute Gutenberg unweit Halle a. S. Journ. prakt. Chemie. 1835. **5**. 313.
23. Blöde, in Leonhard's Taschenbuch für Mineralogie. 1818. **13**. 246.
24. Blum, Pseudomorphosen: a. Hauptband. 1843; — b. 1. Nachtrag. 1847; — c. 2. Nachtrag. 1852; — d. 3. Nachtrag. 1863; — e. 4. Nachtrag. 1879.
25. — in Poggendorf's Annalen. **84**. 154.
26. H. Boase, Über Mischung und Ursprung der Porcellanerde. London and Edinb. philos. Magaz. 1837. Heft 62. p. 348 und Journ. prakt. Chemie. 1837. **11**. 146.
27. G. Bodländer, Versuche über Suspensionen I. Dies. Jahrb. 1893. II. 147.
28. R. N. Brackett und J. F. Williams, Newtonit und Rectorit, zwei neue Mineralien aus der Kaolingruppe. Amer. Journ. Sc. 1891. **42**. 11.
29. R. Brauns, Chemische Mineralogie. Leipzig 1896.
30. Breithaupt, Über die Echtheit der Krystalle. Freiberg 1815. p. 29.
31. — Über den Nakrit. Berg- u. hüttenm. Ztg. **24**. Heft 40. p. 336.
32. — Pseudomorphose von Steatit nach Barytspath. Ibid. 1852. p. 189.
33. Brögger, Die Mineralien der südnorwegischen Augitandesite. Zeitschr. f. Kryst. 1890. **16**. 199 u. 238.
34. Al. Brongniart, Über Porcellanerde etc. Bull. soc. géol. France. 1839. **10**. 56; Compt. rend. **7**. 1085; Journ. prakt. Chemie. 1839. **17**. 118; Archiv. d. mus. d'hist. nat. 1840. **8**. 446.
35. Al. Brongniart und Malaguti, Denkschrift über die Kaoline. Archiv. d. mus. d'hist. nat. **1**. 234.
36. — Über den Ursprung und die Zusammensetzung der Kaoline oder Porcellanthone; 2. Abhandlung. Ibid. Paris 1841. **2**. 217; Poggendorf's Annalen. 1843. **60**. 89; Journ. prakt. Chemie. 1844. **31**. 129.
37. L. von Buch, Über die Granite von Karlsbad. Bergmänn. Journ. 1792. p. 383.
38. — Beschreibung des Harzes. 1824.
39. S. Calderon, Die Silicate der Iberischen Halbinsel. Annal. d. scienc. natur. Porto 1898. **4**.
40. W. S. Clark, Analyse von Kaolin vom Schneckenstein. Annal. Chem. Pharmac. 1851. **80**. 122 und Jahresber. Chem. 1851. p. 786.
41. J. W. Clarke und J. S. Diller, Türkis von Neumexiko. Amer. Journ. Science. 1886. (3.) **32**. Heft 189. p. 211.
42. E. Cohen und W. Deecke, Über das krystalline Grundgebirge der Insel Bornholm. Jahresber. geol. Ges. Greifswald 1889. **4**.
43. J. H. Collins, The Hensbarrow Granite district. 1878.

44. J. H. Collins, On the nature and origin of clays. Miner. Magaz. 1887. **7**. No. 35. p. 205.
45. — G. Crasso, Chemische Untersuchung der zersetzten Feldspathkrystalle aus dem rothen Porphyr von Ilmenau. Poggendorf's Annalen. 1840. **49**. 381.
46. — A. W. Cronquist, Kaolin von Hultebo in Schweden. Geol. Fören. Stockholm 1880. **5**. 325.
47. Wh. Cross und W. F. Hillebrand, On minerals of the Cryolite in Colorado. Amer. Journ. Science. 1883. (3.) **26**. No. 154. p. 271.
48. — Mineralogy of the Rocky Mountains. Bull. U. S. geol. Survey. 1885. No. 20. p. 97.
49. Cross und Penrose, in 16th Ann. Rept. U. S. geol. Survey.
50. K. Dalmer, Erläuterungen zur geologischen Specialkarte des Königreichs Sachsen. Section Schneeberg. (6.)
51. Damour, in Bull. géol. **7**. 224.
52. J. D. Dana, System of mineralogy. London 1872. p. 501.
53. Daubrée, Beobachtungen über den Metamorphismus der Gesteine und Versuche mit einigen Agentien, welche ihn veranlassen konnten. Compt. rend. 1857. **45**. 792; Bull. géol. 1858. **15**. 93.
54. — in Compt. rend. **68**. 1135.
55. — Études synthétiques de géologie expérimentale. 1879.
56. — Les eaux souterraines aux époques anciennes. Paris 1887.
57. D. C. Davies, A treatise on earthy and other minerals and mining. London 1892. (3. Auflage.) p. 38.
58. G. De Geer, Om Kaolin och andra vittringsrester af urberg inom Kristianstadsområdets Kritsystem. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. 1885. **7**. Heft 12.
59. De Launay, Note sur les gisements de Kaolin de la forêt des Colettes (Allier). Bull. soc. géol. France. 1888. (3.) **16**. 1064.
60. Delesse, Über die Gegenwart von chemisch gebundenem Wasser in den Feldspathgesteinen. Ibid. **6**. 393.
61. — in Ibid. **10**. 256.
62. — in Annal. d. min. 1858. **13**. 377.
63. Des Cloizeaux, Minéralogie. p. 325.
64. O. A. Derby, Monazite and xenotime in European rocks. Mineralog. Magaz. 1897. **11**. No. 53. p. 304.
65. A. Dick, On Kaolinite. Mineralog. Magaz. a. Journ. Min. Soc. 1888. **8**. No. 36. p. 15.
66. Diday, Analyse des Kaolins von Grimaud (Depart. Var). Annal. de min. 1842. (3.) **18**. 725.
67. Dufrenoy, Traité de minéralogie. 1856. **3**. 580.
68. F. P. Dumington, Mineralchemische Notizen. Chemic. News. 1884. p. 1301.
69. Dupont, Histoire du Kaolin. 1880.
70. L. G. Eakins, Kaolin from the Waterfall Mine. Bull. U. S. geol. Survey. 1890. **60**. 136.

71. L. G. Eakins, Mineralanalysen: in Wh. Cross, Geology of Silver Cliff and the Rosita Hills (Colorado). Rept. U. S. geol. survey. 1895/96. **2**. 269.
72. Ebelmen, in Compt. rend. 1845. **20**. 1415.
73. Ebelmen und Salvétat, Analyse von Kaolin aus China. Annal. chim. phys. 1852. (3.) **31**. 257.
74. C. G. Ehrenberg, Über die organischen Formen gewisser Mineralien. Berlin. Akad. 18. August 1836.
75. — Über mikroskopische neue Charaktere der erdigen und derben Mineralien. Poggendorf's Annalen. 1836. **39**. 103.
76. — Über fossile Infusorien. Sitzungsber. Berlin. Akad. Wissensch. 28. Juni 1838.
77. F. Eichstädt, Bidrag till kännedomen om kaolinlerorna i Skåne. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. 1888. **10**. No. 2. [No. 114.] p. 82.
78. S. F. Emmons, The mines of custer county (Colorado): in Wh. Cross, Geology of Silver Cliff etc. Rept. U. S. geol. survey. 1895/96. **2**. 411.
79. R. Fabinyi, in Vegytani Lapok. 1887.
80. Fiebelkorn, Die Thongesteine. Baumaterialienkunde. 1899. **4**. 261.
81. — Die Entstehung unserer Thongesteine. Ibid. 1900. **5**. 236.
82. — Kritik der Arbeit von Dr. Kaul über Kaolin und Thon. Thon-ind.-Ztg. 1901. **25**. No. 68. p. 1117 und No. 92. p. 1562.
83. C. Fiedler, Über Verwitterungsvorgänge bei krystallinen und Sedimentärgesteinen. Dissert. Erlangen 1889.
84. L. Fleckles, Karlsbad, seine Gesundbrunnen etc. Stuttgart 1838.
85. v. Flurl, in S. Köhler's Bergmänn. Journal. 1790. **2**. 532.
86. Fontannes, Terrains des environs de Bollène. Bull. soc. géol. France. 1880/81. (3.) **9**. 438.
87. G. Forchhammer, Zusammensetzung der Porcellanerde und ihre Entstehung aus Feldspath. Poggendorf's Annalen. **35**. 331.
88. — Oversigt over Danmarks geogn. Bygning. Förhandl. vid Skand. Naturforsk. Möte. Stockholm. p. 29.
89. — Om de bornholmske kulformationer. Vidensk. Selsk. naturvid. och mathem. Afhandl. Kjöbenhavn. 1837. **7**. 18.
90. Fournet, Abhandlung über die Zersetzung der Mineralien feurigen Ursprungs und ihre Verwandlung in Kaolin. Annal. chim. phys. 1834. **55**. 225; Journ. prakt. Chemie. **2**. 350.
91. Freiesleben, Geognost. Arbeiten. **5**. 232.
92. — in Magaz. f. Oryktographie von Sachsen. Heft 1. p. 81.
93. — Ibid. 1830. Heft 3.
94. — Ibid. 1831. Heft 5. p. 110 u. 113.
95. A. Frenzel, Mineralogisches aus dem Ostindischen Archipel. 8. Celebes. Tschermak's Min. u. petrogr. Mittheil. **3**. 289.
96. — Gilbertit, Dies. Jahrb. 1873. p. 795.
97. K. v. Fritsch, Notizen über geologische Verhältnisse im Hegau. Ibid. 1865. p. 664 u. 665.

98. Joh. Nep. v. Fuchs, Über die Entstehung der Porcellanerde. Denkschr. Akad. Wiss. München. 1821. II. Cl. 7. 65; Ges. Schriften. 1856. p. 49.
99. Fuchs und de Launay, Traité des gîtes minéraux. Paris 1893. **1**.
100. Gehlen, in v. Moll's Ephem. d. Berg- und Hüttenk. **2**. 321.
101. — in Schweigger's Journ. f. Chemie und Physik. 1811. **1**. 447.
102. F. E. Geinitz, Pseudomorphose von Nakrit nach Flussspath. Min. u. petrogr. Mittheil. 1883. **4**. 469.
103. M. Geldmacher, Beiträge zur Verwitterung der Porphyre. 1889.
104. K. Glinka, Zur Frage über Aluminiumhydrosilicate und Thone. Mémoires de l'Inst. agronom. et forest. Nowo-Alexandria. 1899. **12**. Livr. 2. p. 41.
105. E. F. Glocker, Mineralogisches aus Schlesien und Mähren. Isis. 1830. **23**. 1084.
106. A. M. Glückselig, Das Vorkommen des Apatites und Flusses auf den Zinnerzlagerstätten in Schlaggenwald. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1864. p. 137.
107. M. A. Gorgeu, Silicates doubles d'Alumine et de potasse ou de soude. Bull. soc. franç. min. 1887. **10**. 281.
108. J. W. v. Goethe, Zur Kenntniss der böhmischen Gebirge. 1807.
109. P. Groth, Tabellarische Übersicht der Mineralien. 4. Aufl. 1898. p. 137.
110. Fr. Grünling, Über die Mineralvorkommen von Ceylon. Zeitschr. f. Krystallogr. 1900. **33**. 229.
111. Guillemin, Pholerit von Fins (Allier). Annal. de min. 1825. **11**. 489.
112. C. W. Gümbel, Verzeichniss der in der Oberpfalz vorkommenden Mineralien. Corr.-Blatt zool.-min. Ver. Regensburg 1853. **7**. 151.
113. — Übersicht der geognostischen Verhältnisse in der Oberpfalz. Ibid. 1854. **8**. 19.
114. — Geognostische Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges. 1868.
115. — Nakrit aus dem Kohlengebirge der Rheinpfalz. Dies. Jahrb. 1878. p. 385.
116. Haidinger, Übersicht der Resultate mineralogischer Forschungen im Jahre 1843. Erlangen 1845. p. 36.
117. K. Haushofer, Über die Zersetzung des Granits durch Wasser. Journ. prakt. Chemie. 1868. **103**. 121.
118. Hauy, Traité de minéralogie. 1801.
119. H. Hecht, Rohstoffe und Erzeugnisse der Thonindustrie. Bayer. Ind.- u. Gewerbeblatt. 1900. p. 372.
120. Heddle, Analysen schottischer Mineralien. In: The geognosy and mineralogy of Scotland. Min. Magaz. a Journ. min. soc. 1878. **2**. No. 8. p. 9 und No. 10. p. 118.
121. H. Herold, Über die Kaoline der Formation des mittleren Buntsandsteins in Thüringen. Dissert. Jena 1875.
122. O. Herrmann, Section Kloster St. Marienstern. Erläuterungen zur geol. Specialkarte des Königreichs Sachsen. Bl. 37. 1892.

123. O. Herrmann, Section Welka-Lippitsch. Ibid. Bl. 23 u. 28. 1893.
124. — Die technische Verwerthung der Lausitzer Granite. Zeitschr. prakt. Geol. 1895.
125. R. C. Hills, Kaolin von Red Mountain, Colorado. Amer. Journ. Science. 1884. (3.) **27**. No. 162. p. 472.
126. E. Hlawaczek, „Karlsbad". Prag 1842.
127. F. v. Hochstetter, Geologische Aufnahme 1855. Jahresber. geol. Reichsanst. Wien 1856. **7**. 316.
128. — Karlsbad, seine geognostischen Verhältnisse und seine Quellen. Karlsbad 1856.
129. — Karlsbad, seine geognostischen Verhältnisse und seine Quellen. Sitzungsber. k. Akad. Wiss. Wien. 1856. **20**. 13.
130. — Orthoklaskrystalle vom Koppenstein. Verhandl. geol. Reichsanst. Wien 1872. p. 1.
131. — Über einen neuen geologischen Aufschluss im Gebiete der Karlsbader Thermen. Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien. 1878. **39**.
132. K. E. A. v. Hoff, Geognostische Bemerkungen über Karlsbad. Gotha 1825.
133. G. C. Hoffmann, Mineralanalysen. Ann. Rep. geol. survey Canada. 1878—79. Heft 1.
134. — Über kanadische Mineralien. Ibid. 1895. Ottawa 1897. **8**. R. p. 14.
135. Béla v. Inkey, Nagyag und seine Erzlagerstätten. Budapest 1885.
136. Jenzsch, Neugebildete Sanidinkrystalle infolge von Gesteinsverwitterung. Poggendorf's Annalen. 1858. **105**. 618.
137. — Die Verbreitung des Melaphyr und Sanidinquarzporphyrs von Zwickau. Berlin 1858. p. 51.
138. F. Johnstrup, Abriss der Geologie von Bornholm, als Führer zu der Excursion der deutschen geologischen Gesellschaft. Greifswald 1889. p. 10.
139. Johnson und Blake, in Sillim.'s Amer. Journ. Science. 1867. (2.) **43**. 351.
140. J. Jokély, Zur Kenntniss der geologischen Beschaffenheit des Egerer Kreises. Jahrb. geol. Reichsanst. 1856. **7**. 479 und 1857. **8**. 1.
141. S. Julien, Histoire et fabrication de la porcelaine Chinoise; traduit du Chinois. Paris 1856.
142. Al. v. Kalecsinszky, Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium der k. ungarischen geologischen Anstalt. Jahresber. d. k. ungar. geol. Anst. für 1891. Budapest 1893. p. 151.
143. — Über die untersuchten ungarischen Thone, sowie über die bei der Thonindustrie verwendbaren sonstigen Materialien. Ibid. 1892. Budapest 1894. p. 202.
144. Ch. Kapp, Die Quellenregion von Marienbad, mit Rücksicht auf Karlsbad. Dies. Jahrb. 1840. p. 379.
145. — Briefliche Mittheilungen. Ibid. 1843. p. 317.
146. Karstens, Mineralogische Beschreibung der Gegend von Darmstadt etc. N. Schriften naturf. Freunde. Berlin 1801. **1**. 321.

147. Sh. Kasai, Die wasserhaltigen Aluminiumsilicate. Dissert. München 1896.
148. Katzer, Geologie von Böhmen.
149. H. Kaul, Kaolin und Thon. Thonind.-Ztg. 1901. **25**. No. 68. p. 1115 und No. 92. p. 1561.
150. Kenngott und Knop, in dies. Jahrb. 1859. p. 591.
151. Br. Kerl, Thonwaarenindustrie. p. 433.
152. Klaproth, Beiträge. **6**. 279.
153. J. Knett, Schwefel und Pyrit als Absatz von Karlsbader Thermalwasser. Dies. Jahrb. 1899. II. 81.
154. A. Knop, Beiträge zur Kenntniss der Steinkohlenformation und des Rothliegenden im erzgebirgischen Bassin. Ibid. 1859. p. 551 u. 593.
155. A. Koch, Mineralogische Mittheilungen aus Siebenbürgen. Medic.-naturw. Mittheil. [Orvos-természettudományi értesito.] 1888.
156. Kolbeck, in Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenm. 1888.
157. de Koninck, Über den Kaolinit von Quenast und aus der Steinkohlenformation. Recherches sur les minéraux Belges IV. Bull. Acad. Belg. 1877. (2.) **44**. No. 12.
158. Kosmann, in Bericht über die Thätigkeit der naturwissenschaftlichen Section der schlesischen Gesellschaft. 1885. p. 37.
159. Fr. Kovář, Analysen einiger Mineralien aus den Graphitbergwerken bei Malý Tresný in Mähren. Časopis pro prům Ysl. chemický. 1898.
160. — Chemische Untersuchung von fünf Mineralien aus Mähren. Abhandl. böhm. Akad. Wiss. 1896. No. 15. I.
161. E. H. Kraus und J. Reitinger, Hussakit, ein neues Mineral. Zeitschrift f. Krystallogr. 1901. **34**. 268.
162. O. B. Kühn, Analyse des Kaolins von Aue bei Schneeberg. Schweigger's Jahrb. d. Chemie. 1829. Heft 9. p. 34.
163. A. Lacroix, Materialien zur Mineralogie Frankreichs. Bull. soc. franç. min. 1897. **20**. 118.
164. A. de Lapparent, Revue de géologie. Annal. de min. 1877. (7.) **13**. 364.
165. A. v. Lasaulx, Pholerit und feuerfeste Thone von Neurode. Sitzungsber. niederrhein. Ges. Natur- u. Heilk. 1886. **43**. 10.
166. H. Laspeyres, Über die quarzführenden Porphyre der Umgegend von Halle a. S. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1864. **16**. 367.
167. — Blatt Petersberg, Erläuterungen zur geologischen Karte von Preussen. 1874. No. 263.
168. G. C. Laube, Geologie des böhmischen Erzgebirges, 1. Theil. Archiv d. naturw. Com. 1876.
169. — Geologische Excursionen im böhmischen Thermalgebiet. Leipzig 1884.
170. Le Chatelier, De l'action de la chaleur sur les argiles. Bull. soc. franç. min. 1887. **10**. 204; Compt. rend. 1887. **104**. 1443; Bull. soc. chim. Paris 1887. **48**. 116.

171. Lefort, Sur la formation du Kaolin (rhétien) dans la Nièvre. 1884.
172. J. Lemberg, Zur Kenntniss der Bildung und Umwandlung von Silicaten. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1883. **35**. 557; 1885. **37**. 959; 1887. **39**. 559 und 1888. **40**. 625.
173. G. v. Leonhard, Handbuch der Oryktognosie. Heidelberg 1826. p. 187.
174. — Charakteristik der Felsarten. Heidelberg 1824. p. 694.
175. — Topographische Mineralogie der Vereinigten Staaten von Nordamerika. Dies. Jahrb. 1849. p. 823.
176. R. Lincke, Der Buntsandstein am Ostrande des Thüringer Beckens. Ibid. 1871. p. 23.
177. A. Lindström, Om förekomsten af Kaolin och Kaolinblendad lera i norra Skåne. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. 1882—83. **6**. No. 10. [No. 80.] p. 416.
178. Lipold, Kaolin von St. Martin im Bacher Gebirge in Steiermark. Jahrb. geol. Reichsanst. Wien. **9**. 46.
179. A. Liversidge, The Minerals of New-South-Wales. 2. Aufl. Sydney 1882.
180. H. Loretz, Blatt Steinheid, Erläuterungen zur geologischen Specialkarte von Preussen und den thüringischen Staaten, Gradabtheilung. **70**. 1885. No. 35.
181. Ferd. Löwl, Die Verbindung des Kaiserwalds mit dem Erzgebirge. Jahrb. geol. Reichsanst. 1881. **31**. 454.
182. B. Lundgren, Über Kaolin von Schonen. Malmöhus läns Hush. Sällskaps Handlingar. 1868—69.
183. — Metasomatic processes in Fissure-veins. Trans. **19**. 578.
184. W. J. Macadam, Analysen. Mineral. Magaz. 1886. **7**. No. 33. p. 76.
185. Malaguti, in Compt. rend. 1841. **2**. 737.
186. Mallard, Études sur les gisements stannifères du Limousin et de la Marche.
187. Marx, in Schweigger-Seidel's Jahrb. d. Chem. u. Phys. 1829. **24**. 314 Anmerk.
188. R. V. Matteucci, La regione trachitica di Roccastrada (Maremma Toscana). Boll. R. com. geol. d'Italia. 1890. **31**.
189. — Note geologiche e studio chimico-petrografico sulla regione trachitica di Roccastrada in provincia di Grosseto; memoria seconda. Boll. geol. Ital. 1892. **10**.
190. J. v. Matyasovszky und L. Petrik, Detailkatalog der der Thon-, Glas-, Cement- und Mineralfarbenindustrie dienenden Rohmaterialien Ungarns. K. ungar. Landesanst. 1885.
191. G. Maw, The source of the materials composing the white clays of the tertiaries. Quarterly Journ. geol. soc. **23**. 387.
192. — Catalogue of specimens of the clays and plastic strata of Great Britain, exhibited in the museum of practical geology, London.
193. A. Miers, The krystalline form of Kaolinite. Mineral. Magaz. 1890. **9**. No. 41. p. 4.
194. J. Micksch, Bemerkung über das Vorkommen von Mineralien in dem böhmischen Steinkohlengebirge.

195. J. Micksch, Über das Vorkommen der fossilen Hölzer bei Pilsen. Corr.-Blatt zool.-min. Ver. Regensburg. 1853. **7**. 11.
196. Mitscherlich, Lehrbuch der Chemie. 1835. II. **1**. 140.
197. Müller-Dana, in Sillim.'s Amer. Journ. Sc. 1861. (2.) **31**. 365 und Berg- u. hüttenm. Ztg. 1865. **24**. 336.
198. H. Müller, Über die geognostisch-mineralogischen Verhältnisse der Gegend von Tirschenreuth in der Oberpfalz. Corr.-Blatt zool.-min. Ver. Regensburg. 1852. **6**. 33.
199. — Über das Vorkommen und die Zusammensetzung des Nontronits von Tirschenreuth. Ibid. 1853. **7**. 30.
200. A. G. Nathorst, Erläuterungen zur geologischen Karte Trolleholm. Sveriges geol. Undersökn. Ser. Aa. No. 87. Stockholm 1885. p. 8.
201. C. F. Naumann, Lehrbuch der Geognosie. 1850—54. **1**. 727 und **2**. 211.
202. — Über den Granit des Kreuzberges bei Karlsbad. Dies. Jahrb. 1866. p. 145.
203. Nöggerath, Pholerit oder Nakrit. Verh. niederrh. Ges. Bonn 1856.
204. E. Orton, Die Plasticität des Thones. Brick. 1901; Keram. Rundschau. 1901. **9**. 426 u. 446.
205. M. Parran, Kaolin von Bône in Algier. Bull. soc. géol. 1883. p. 509.
206. Percy, Metallurgy. 1875. Band Fuel. p. 93.
207. L. Petrik, Über ungarische Porcellanerden. Public. d. k. ungar. geol. Anst. 1887.
208. — Über die Verwendbarkeit der Rhyolithe für die Zwecke der keramischen Industrie. Ibid. 1888.
209. — Der Hollóházaer (Radványer) Rhyolith-Kaolin. Ibid. 1889.
210. Rammelsberg, Handwörterbuch des chemischen Theils der Mineralogie. 1841. **1**. 336 und 3. Supplement dazu, p. 117 u. 127.
211. — Über die Pseudomorphosen des Leucits. Erdm.'s Journ. 1856. **68**. Heft 4.
212. Razumovsky, in Isis. 1825. p. 200.
213. H. Reusch, Krystallisirter Kaolin von Denver in Colorado. Dies. Jahrb. 1887. **2**. 70.
214. A. E. v. Reuss, Über einige böhmische Mineralien. Lotos. 1860. **10**. 41.
215. — Karlsbad, Marienbad und Franzensbad, und ihre Umgebung. 1862.
216. — Geognostische Skizze der Umgebung von Karlsbad. Löschner's balneol. Beiträge. 1863. **1**.
217. Ed. Reyer, Tektonik der Granitergüsse von Neudeck und Karlsbad. Jahrb. geol. Reichsanst. 1879. **29**. 405.
218. E. Richters, Untersuchungen über die Ursachen der Feuerbeständigkeit der Thone. Berlin 1897.
219. J. Romberg, Petrographische Untersuchungen an argentinischen Gesteinen. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. VIII. 1893. p. 361 u. 386.
220. G. Rose, Reise nach dem Ural etc. **1**. 344.
221. Rosival, Über die Thermen von Karlsbad und den Schutz derselben. Schriften d. Ver. z. Verbreit. d. naturw. Kenntnisse. Wien 1894; geol. Reichsanst. Wien. 1893.

222. J. Roth, Gesteinsanalysen. Berlin 1861. p. 3.
223. — Allgemeine und chemische Geologie. Berlin 1879.
224. A. Rücker, Beitrag zur Kenntniss der Zinnerzvorkommen bei Schlaggenwald. Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. 1864. **14**. Heft 3. p. 314.
225. Šafařik, Über böhmische Kaoline. Sitzungsber. k. böhm. Ges. Wiss. Prag. 16. Februar 1870. 24.
226. A. Sajtzew, Über uralische Mineralvorkommen. Vorläuf. Ber. über die geol. Unters. am Ural im Sommer 1887. Bull. d. com. géol. Russe. St. Petersburg 1888. **7**.
227. F. Sandberger, in dies. Jahrb. 1867. 80.
228. — Über Nakrit von Siebenlehn bei Freiberg. Ibid. 1880. II. 288.
229. — Über die mikroskopischen Zirkone in Graniten und Gneissen und die aus diesen entstandenen Trümmergesteine. Sitzungsber. Würzburger physikal.-medic. Ges.
230. — Neue Beweise für die Abstammung der Erze aus dem Nebengestein. Würzburg 1883.
231. Notizen. Dies. Jahrb. 1887. I. 95.
232. B. Santesson, Kaolinfyndigheten vid Hultebo i Skinnskattebergs socken och Örebro län. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. 1882—1883. **6**. 325.
233. A. Sauer, in Zeitschr. ges. Naturwiss. Halle 1876.
234. — Section Meissen. Erläuterungen zur geologischen Specialkarte des Königreichs Sachsen. Bl. 48. 1889.
235. Scacchi, in Zeitschr. geol. Ges. 1853. **5**. 55.
236. J. Schadinger, Beschreibung zur montangeologischen Karte der Bergreviere Elbogen—Karlsbad. Bergm. Jahrb. Leoben 1890.
237. Schafhäutl, in Corr.-Blatt zool.-min. Ver. Regensburg. **2**. 118.
238. F. Schalch, Section Schwarzenberg-Aue. Erläuterungen zur geologischen Specialkarte des Königreichs Sachsen. Bl. 137. 1897. p. 8.
239. R. Scharitzer, Zur Frage der Structurformeln der metasomatischen Zersetzungsproducte; 1. Kaolinreihe. Zeitschr. f. Kryst. 1894. **22**. 370.
240. Scheerer, Prosopit. Poggendorf's Annalen. 1853. p. 315; Verhandl. bergm. Ver. Freiberg 1853.
241. Schloesing, in Compt. rend. 1878. p. 1438 und 1879. p. 376 u. 473.
242. E. E. Schmid, Die Kaoline des thüringischen Buntsandsteins. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1876. **28**. 87.
243. Fr. Schmidt, Die Mineralien des Fichtelgebirges. Corr.-Blatt zool.-min. Ver. Regensburg 1856. **10**. 21.
244. Ch. Schmitz, in K.- und Gew.-Blatt. 1833. p. 242.
245. Schuhmacher, in Sprechsaal. 1883. No. 24.
246. R. Schütze, Über Verwitterungsvorgänge bei krystallinen und Sedimentärgesteinen. Dissert. Erlangen 1886.
247. Seger, Beitrag zur besseren Kenntniss der Kaoline. Notizblatt. 1876. p. 286; Thonind.-Ztg. 1877. No. 1—3; Ges. Schriften. p. 49.

248. Seger, Zur chemischen Constitution der Thone. Notizblatt. 1876. No. 3; Ges. Schriften. p. 37.
249. — Über die Constitution der plastischen Thone. Thonind.-Ztg. 1877. No. 57; Ges. Schriften. p. 55.
250. — Über den Einfluss der näheren Bestandtheile des Thones auf die Schmelzbarkeit. Thonind.-Ztg. 1877. No. 34—39; Ges. Schriften. p. 380.
251. — Der Verwitterungsprocess krystallinischer Massengesteine und deren Einfluss auf die Structur thoniger Massen. Ges. Schriften. p. 1.
252. — Beiträge zur Kenntniss der Eigenschaften des Thones. Ges. Schriften. p. 372.
253. — Beziehungen zwischen Plasticität und Feuerfestigkeit der Thone. Ges. Schriften. p. 424.
254. — Über die Beziehungen zwischen der Zusammensetzung der Sennewitzer Kaoline und deren Verhalten im Feuer. Ges. Schriften. p. 527.
255. — Über einige Rohmaterialien der Porcellanfabrikation in Limoges. Ges. Schriften. p. 550.
256. — Die Thonindustrie auf der Insel Bornholm. Ges. Schriften. p. 777.
257. — Untersuchungen von Kaolinen. Ges. Schriften. p. 888.
258. Semper, Beiträge zur Kenntniss der Goldlagerstätten des siebenbürgischen Erzgebirges. Abhandl. preuss. geol. Landesanst. 1900. p. 23.
259. Sillem, Über Pseudomorphosen. Dies. Jahrb.: a. 1851. p. 389; b. 1852. p. 535.
260. Th. Siegert, Section Mutzschen. Erläuterungen zur geologischen Specialkarte des Königreichs Sachsen. Bl. 29. 1884.
261. — Section Oschatz—Mügeln. Ibid. Bl. 30. 1885.
262. J. L. Smith, Über den Pholerit. Sillim.'s Amer. Journ. Science. 1851.
263. H. C. Sorby, On the microscopical characters of sands and clays. The monthly microscop. Journ. 1877. März.
264. O. Speyer, Blatt Wettin. Erläuterungen zur geologischen Specialkarte von Preussen. Gradabtheilung 57. No. 27. 1884.
265. H. Stadlinger, Über die Bildung von Pseudophit in granitischen Gesteinen. Dissert. Erlangen 1900.
266. C. Steinberg, Chemische Untersuchung mehrerer Sorten Porcellanerde aus der Nähe von Halle a. S. Journ. prakt. Chemie. 1839. **16**. 51.
267. L. v. Struve, Über die Nachbildung der natürlichen Heilquellen. Heft 2. p. 18 u. 94.
268. — in v. Leonhard's Taschenbuch für Mineralogie. 1807. **1**. 170.
269. Suckow, Verwitterung der Mineralien. 1848. p. 124.
270. E. Suess, Die Heilquellen Böhmens. Wien 1879.
271. St. J. Thugutt, Mineralchemische Studien. Dissert. Dorpat 1891 und Zeitschr. f. anorgan. Chemie. 1892. **2**. 65.

272. Zur Chemie einiger Alumosilicate. Dies. Jahrb. 1895. Beil.-Bd. IX. p. 592.
273. J. Thurmann, Essai de phytostatique etc. 1850.
274. E. Turner, Chemistry of geology. London a. Edinb. philos. Magaz. 1833. Juli. I.
275. G. Vogt, De la composition des roches employées dans la fabrication de la porcelaine en Chine. Compt. rend. 1890. **110**. 43.
276. J. H. L. Vogt, Problems in the geology of ore-deposits. 1901.
277. J. C. W. Voigt, Kleine mineralogische Schriften. Weimar 1800. **2**. 130.
278. Waltl, Porcellanerde etc. bei Passau. Schulprogramm 1853 und 1862 und Corr.-Blatt zool.-min. Ver. Regensburg. **2**. 78.
279. E. R. v. Warnsdorf, Einige Bemerkungen über die Granite von Karlsbad. Dies. Jahrb. 1846. p. 385.
280. — in Ibid. 1851. p. 770.
281. — Bemerkungen über geognostische Verhältnisse Karlsbads. Jahrb. geol. Reichsanst. Wien. 1855. **6**. 88.
282. H. N. Warren, Ein neues Silbererz. Chemical News. 1892. **66**. 42.
283. M. Weibull, Über einige neue Mineralien von Vestanå. Geol. Föreu. i Stockholm Förhandl. 1898. **20**. 50.
284. E. Weinschenk, Die Minerallagerstätten des Grossvenedigerstockes in den Hohen Tauern. Zeitschr. f. Krystallogr. 1896. **26**. 481.
285. — Beiträge zur Mineralogie Bayerns. Ibid. 1897. **28**. 152.
286. — Die Graphitlagerstätten des bayerisch-böhmischen Grenzgebirges. Abhandl. k. bayer. Akad. Wiss. II. Cl. 1897. **19**. II. 16.
287. — Die Passauer Graphitlagerstätten. Zeitschr. prakt. Geol. 1897. p. 286.
288. Werner, Neue Theorie der Entstehung der Erzgänge. 1791. p. 130.
289. Wineberger, Versuch einer geognostischen Schilderung des bayerischen Waldgebirges. Passau 1851. p. 73.
290. H. E. Winkel, Kaolinslemmeriet „Rabekkegaard" paa Bornholm. 2. Tav. Kjöbenhavn. Tekn. Forenings Tidsskrift. 1885.
291. Ws., Ungarische Kaoline und kaolinartige Thone. Sprechsaal 1901. **34**. No. 35. p. 1217.
292. P. Zemiattschensky, Kaolinitablagerungen in Südrussland. Trav. d. l. soc. d. Natural. St. Petersburg 1896. p. 1.
293. Zippe, Übersicht der Gebirgsformationen in Böhmen. Verhandl. k. böhm. Ges. Wiss. Prag 1831.
294. — Über einige in Böhmen vorkommende Pseudomorphosen. Verhandl. Ges. d. vaterl. Mus. Böhmen. 1832.

Notizen in Zeitschriften etc. und Nachtrag.

295. Thonind.-Ztg. 1901. **25**. No. 105. p. 1701.
296. Ibid. 1901. **25**. No. 107. p. 1720.
297. Ibid. 1901. **25**. No. 126. p. 1903.
298. C. Purkynè, Kaolin v Kamenouhelné panvi Plzenské. Prag 1901.

299. Humperdink, Über die Kaolinlager aus der Gegend von Halle. Vortrag Vers. deutsch. geol. Ges. 1901. Ref. Zeitschr. prakt. Geol. 1901. p. 419.

300. G. P. Merill, Guide to the study of the collections in the section of applied geology. Rep. U. S. National-Museum for 1899. (1901.) p. 325.

301. L. de Launay, Les Kaolins de l'Allier. La Nature No. 1446. 1901. p. 161. Ref. Geol. Centralbl. 1901. p. 583.

302. K. Glinka, Über die mineralogische Zusammensetzung der Pskower glacialen Thone und über die Verwitterungstypen. Verhandl. St. Petersb. kais. min. Ges. II. **37**. 333. Ref. Geol. Centralbl. 1901. p. 98.

303. Goudron du Coudroy, Notice sur les argiles kaoliniques de Gaudry (Nièvre). Bull. soc. hist. nat. **12**. 2. 277. Ref. Geol. Centralbl. 1901. p. 675.

Einleitung.

Die mit den Namen: Kaolin, Porcellanerde, Pholerit und Nakrit belegten Mineralien wurden früher für verschiedene Substanzen gehalten, bis, besonders auf Grund der Untersuchungen von Brongniart und Malaguti (35) (36) zuerst Porcellanerde mit Kaolin, dann durch Knop (154) und Müller-Dana (197) Nakrit mit Pholerit identificirt, und endlich 1867 durch Johnson und Blake (139) alle vier miteinander vereinigt wurden. Nach dem Vorgange der beiden letzteren Forscher nennt man das Mineral jetzt Kaolinit, da als Kaolin auch durch fremde Beimengungen verunreinigte Vorkommen bezeichnet werden. Am besten belässt man daher den Namen Kaolin nur für das technische Rohproduct, das durch Schlämmen aus der natürlich vorkommenden Kaolinerde gewonnen wird, und kennzeichnet die letztere genauer als kaolinisirten Granit oder Quarzporphyr, bezw. Kaolinsandstein u. s. w. je nach Herkunft und Art des Vorkommens.

Die chemische Zusammensetzung des Kaolinits ist durch zahlreiche Analysen[1] festgestellt worden; danach ist er ein

[1] Berthier (9) (10), Bley (22), Boase (26), Forchhammer (87), Brongniart (34), Brongniart und Malaguti (35) (36), Diday (66), Clark (40), Bauer (7), Johnson und Blake (139), E. E. Schmid (242), Heddle (120), Cross und Hillebrand (47), Dumington (68), Seger (247) (254) (257), Macadam (184), Eakins (70) (71) und viele andere: um die Kenntniss der

wasserhaltiges Thonerdesilicat von der Formel: $Si^2O^9Al^2H^4$; ein von Hillebrand nachgewiesener Fluorgehalt vieler Kaoline ist zwar nicht für deren Constitution, wohl aber für die Erklärung der Entstehung derselben interessant. Alle Angaben über eine schwankende Zusammensetzung, wie z. B. bei E. E. Schmid (242) finden ihren Grund in der Unreinheit des Analysenmaterials, oder aber sie beziehen sich nicht auf Kaolinit, sondern auf andere wasserhaltige Thonerdesilicate, denen der Name Kaolin zu Unrecht beigelegt wurde, wie z. B. bei Brackett und Williams (28).

Der Nachweis von freiem Aluminiumhydroxyd im Kaolin, welchen Kasai (147) geführt zu haben glaubt, scheint mir an einer Reihe von Ungenauigkeiten zu leiden, welche ausführlicher erörtert werden sollen. Derselbe ging von der Anschauung aus, dass die meisten Kaolinanalysen einen etwas zu geringen Kieselsäuregehalt aufweisen, eine Eigenthümlichkeit, welche übrigens als charakteristisch für Silicatanalysen überhaupt angesehen werden darf und mit der Schwierigkeit zusammenhängt, die Kieselsäure vollständig unlöslich zu machen. Nun ist aber bezeichnenderweise im Durchschnitt gerade der neueren und zuverlässigeren Kaolinanalysen, soweit sich diese auf Material beziehen, das noch einigermaassen den Namen Kaolin verdient, die Kieselsäure im Überschuss über die Thonerde, was jedenfalls damit zusammenhängt, dass das zur Analyse verwendete Material niemals ideal reiner Kaolinit war, sondern mannigfache Beimengungen enthielt. Es ist also schon die Grundlage der Kasai'schen Deductionen nicht einwandfrei.

Kasai digerirte zunächst Kaolin 4 Stunden mit verdünnter Salzsäure, wobei etwas Thonerde in Lösung ging; der Rückstand wurde eine Zeit lang mit Natriumcarbonat auf dem Wasserbade erwärmt, wodurch eine geringe Menge Kieselsäure ausgezogen werden konnte; da letztere im Verhältniss zur gelösten Thonerde viel zu gering war, betrachtet Kasai den Thonerdeüberschuss als Beweis für die Gegenwart von freiem Aluminiumhydroxyd im Kaolin. Irgend ein Nachweis, dass ein Theil des Kaolins völlige Zersetzung erlitten hat, kann

chemischen und physikalischen Eigenschaften des Kaolinits haben sich Daubrée (53), Lemberg (172), Scharitzer (239), Thugutt (271) (272), Gorgeu (107), Sorby (263) und Bodländer (27) Verdienste erworben.

natürlich nicht gegeben werden; im Allgemeinen pflegt aber beim langanhaltenden Digeriren schwer löslicher Silicate mit Säuren nicht eine einfache Zersetzung, sondern vielmehr eine partielle Auslaugung einzutreten, wobei der in Salzsäure lösliche Antheil eine andere Zusammensetzung aufweist als das ursprüngliche Mineral und der bei dieser Manipulation bleibende Rückstand. Auch erbringt Kasai keinen Beweis dafür, dass durch das Erwärmen mit Natriumcarbonat die abgeschiedene Kieselsäure wirklich quantitativ gelöst wurde. Schliesslich ist möglich, dass die Kieselsäure bei der geringen Menge, um die es sich hier überhaupt handelt, sich in der Lösung befinden konnte, in welcher Kasai die Thonerde bestimmte, und die auf einen Gehalt an Kieselsäure nicht weiter untersucht wurde, dass sie also schon entfernt war, bevor die Behandlung mit Natriumcarbonat ausgeführt wurde. Der bei dieser Behandlung bleibende Rückstand wurde in diesem Falle nicht weiter untersucht.

Hierauf wiederholte Kasai dasselbe Verfahren mit verdünnter Schwefelsäure; hiergegen erheben sich dieselben Bedenken, die oben angegeben wurden. Er analysirte aber nun den Rückstand, von welchem er behauptet, dass derselbe den „reinen einheitlichen Kaolin“, also wohl Kaolinit darstellt; im folgenden ist das Resultat dieser Analyse neben der theoretischen Zusammensetzung des Kaolinits gegeben.

%	Berechnet		Analyse von Kasai
SiO^2	46,64		43,03
Al^2O^3 . . .	39,44		37,05
H^2O	13,92	Trocken- und Glühverlust	19,12
	100,00		99,20

Jeder Analytiker wird beim Betrachten dieser Zahlen sich sagen müssen, dass trotz der nahen Übereinstimmung im Verhältniss von Kieselsäure zu Thonerde die Analyse von Kasai nicht geeignet erscheint, als vollwichtiger Beweis dafür zu gelten, dass dieser Rückstand thatsächlich reiner Kaolinit war, und dass also aus dem ursprünglichen Material thatsächlich eine Substanz entfernt wurde, welche nicht Kaolinit war. Eine Differenz von über 5 % ist doch selbst für eine so wenig genau bestimmbare Substanz, wie es das Wasser in solchen schuppigen Silicaten ist, zu hoch, um nicht das Ver-

trauen in die ganze Analyse zu erschüttern. Im übrigen weisen die zahlreichen, vom technischen Standpunkte aus durchgeführten Analysen von Zettlitzer Kaolin, die von den bewährtesten Analytikern gemacht worden sind, ebenso wie die von Kasai selbst ausgeführte einen zwischen $\frac{1}{2}$ % und 1 % schwankenden Alkaligehalt auf, welcher unzweifelhaft in Form von Silicaten in dem Material vorhanden ist, deren Zusammensetzung von jener des Kaolinits abweicht. Da dies allen Beobachtungen nach winzige Glimmerschüppchen sind, wurden diese Beimengungen durch die Behandlung mit Säuren und Alkalicarbonat nicht entfernt, das von Kasai analysirte Endproduct kann also gar nicht die theoretische Zusammensetzung des Kaolinits gehabt haben, und damit fallen auch alle Schlüsse, welche Kasai für die Gegenwart von freiem Aluminiumhydroxyd aus seinen Untersuchungen ableitet.

Nach Groth (109) besitzt der Kaolinit eine ähnliche chemische Constitution wie Talk und Antigorit, steht also gleich diesen der Glimmergruppe nahe, eine Verwandtschaft, die sich auch in den krystallographischen Beziehungen ausprägt. Durch Ehrenberg (75), Knop (154), Johnson und Blake (139), Šafařik (225), Cross und Hillebrand (47) (48), und Hills (125) wurde die Krystallinität des Kaolins und die grosse Annäherung seiner Formen an das hexagonale System festgestellt, durch Dick (65) und Miers (193) endlich seine schon früher vermuthete Zugehörigkeit zum monoklinen Krystallsystem bewiesen; der von Reusch (213) erhobene Einwand, dass er an Kaolinitkryställchen niemals gerade Auslöschung habe wahrnehmen können, weshalb er dieselben für triklin erklärte, ist von Kasai (147) an einem Originalpräparate von Reusch widerlegt worden. Der Kaolinit besitzt eine vollkommene Spaltbarkeit nach der Basis, und ist stets dünntafelig nach derselben Fläche ausgebildet. Seine Lichtbrechung ist etwa gleich der des Canadabalsams, seine Doppelbrechung schwach, ungefähr wie die des Quarzes; der scheinbare Winkel der optischen Axen ist sehr gross, die spitze negative Bisectrix bildet einen Winkel von 12° mit der krystallographischen c-Axe. Die Axenebene ist senkrecht zur Symmetrieebene, Spaltblättchen sind daher wenig schief zur Axenebene bei symmetrischem Austritt der Axen.

Der Kaolinit kommt entweder in ziemlich reinem Zustande in kleinen Adern und auf Gängen vor, und ist dann manchmal ziemlich deutlich auskrystallisirt, oder aber er bildet, und das ist gewöhnlich der Fall, einen Hauptgemengtheil von Gesteinen. Diese befinden sich entweder auf primärer Lagerstätte (kaolinisirter Granit, Quarzporphyr u. s. w.), oder der Kaolin ist durch Wasser eine gewöhnlich nur kurze Strecke forttransportirt worden und findet sich noch im Verband mit den übrigen Gesteinsgemengtheilen, unter denen der Quarz meist stark angereichert ist, als Kaolinsandstein; endlich kann derselbe durch das Wasser mehr oder weniger rein ausgeschlämmt werden, und bildet dann sehr wenig verunreinigte Ablagerungen, die man am besten als Kaolinthon bezeichnet. Auch Transport durch Gletscher und Neuablagerung in den Moränen kommt nach Lundgren (182) und Lindström (177) vor, besonders bezeichnende Eigenschaften scheinen diese letzteren Vorkommnisse jedoch nicht zu zeigen.

Der Kaolinthon bildet den Übergang zu den gleichfalls vorwiegend aus Kaolinit bestehenden und oft nachweisbar durch blossen Wassertransport aus Kaolin hervorgegangenen, technisch ungemein wichtigen feuerfesten Thonen, von denen er nicht scharf geschieden werden kann. Über die Frage nach dem chemischen Unterschied zwischen Kaolin und feuerfestem Thon sind wegen des Interesses für die Technik mehrfache Untersuchungen angestellt worden, doch scheint eine strenge Scheidung beider in dieser Beziehung unmöglich. Seger nahm zwar an, dass der grössere Gehalt der Thone an Alkali und an Eisenoxyd und der geringere an Wasser gegenüber dem Kaolin einen hervorstechenden Unterschied bedinge, doch ist diese Erscheinung durchaus nicht für alle Thone gültig, und findet ihre Erklärung nur in der Verunreinigung derselben durch fremde Mineralreste. Le Chatelier (170) kam durch Versuche über Entwässerungstemperaturen zu der Meinung, der sedimentäre Thon bestehe nicht aus Kaolinit, sondern aus einem anderen wasserhaltigen Thonerdesilicat, nämlich dem Halloysit oder der von Dufrenoy (67) als „argile chimique“ bezeichneten Substanz; doch scheint diese Anschauung allen Erscheinungen nach zu urtheilen, namentlich wegen der in der Natur vor-

kommenden Übergänge zwischen Kaolin und feuerfestem Thon unrichtig zu sein, und sie wurde auch vom chemischen Standpunkte aus von Kasai (147) als irrthümlich bezeichnet.

Andere glaubten den Unterschied in Fremdkörpern suchen zu müssen, welche dem Thon beigemengt wären. So schliesst Kaul (149), der ebenfalls den höheren Alkali- und Eisenoxydgehalt als für die Thone charakteristisch annimmt, aus demselben auf das Vorhandensein von Glaukonit, ohne jedoch einen Beweis für die allgemeine Verbreitung desselben erbringen zu können; durch Ehrenberg (76) ist dagegen schon nachgewiesen worden, dass der stellenweise im Thon vorkommende Glaukonit nur zufälligen Foraminiferenresten seinen Ursprung verdankt. Ferner glaubt Kaul, gestützt auf die Arbeiten von Lemberg (172), über die Einwirkung von Alkalien auf Kaolinit, an eine Neubildung von Zeolithen in den Thonen, obgleich die Untersuchungen von K. Glinka (104) bereits die Unrichtigkeit einer derartigen Annahme gezeigt haben.

Keine dieser eben angeführten Anschauungen hat eine Begründung durch irgendwelche Thatsachen erfahren, und so sind dieselben bis jetzt, wie theilweise schon Fiebelkorn (82) dargethan, nur Hypothesen geblieben, gegen deren Richtigkeit aber vieles zu sprechen scheint; man darf demnach als ziemlich sicher annehmen, dass in Beimengungen oder Neubildungen kein Unterschied zwischen feuerfestem Thon und Kaolin begründet ist. Auch der Gehalt an organischen Substanzen, welcher vielen Thonen eigen ist, kann keine ernstere Bedeutung beanspruchen.

In physikalischer Beziehung zeichnen sich die Thone meist, doch bei weitem nicht in allen Fällen, dadurch aus, dass sie eine grössere Plasticität besitzen und sich dann bei gleicher Temperatur dichter brennen als Kaolin von derselben chemischen Zusammensetzung. Der Zusammenhang zwischen diesen beiden Eigenschaften, der Plasticität und der Dichtigkeit nach dem Brande ist von Seger (253) bewiesen worden. Über die Ursachen der Plasticität, die für die Erklärung dieser Eigenthümlichkeit vieler Thone von grösster Wichtigkeit sind, welche durch sie erst ihren grossen Werth erhalten, haben wir jedoch bisher nur äusserst mangelhafte

Kenntniss. Im folgenden soll daher ein kurzer Überblick über das Wesen der Plasticität und die zu ihrer Erklärung aufgestellten Theorien versucht werden.

Zunächst sei die Definition Seger's (253) wiedergegeben, welche dem Begriffe der Plasticität wohl am meisten entspricht:

„Unter Plasticität ist die Eigenthümlichkeit fester Körper zu verstehen, dass sie in ihren Poren eine Flüssigkeit aufnehmen, dass sie diese Flüssigkeit vollständig zurückzuhalten vermögen und damit eine Masse bilden, der durch Kneten und Drücken jede beliebige Form gegeben werden kann, dass sie nach dem Aufhören des Druckes die eingenommene Form völlig erhalten und nach der Entfernung der Flüssigkeit dieselbe auch als feste Körper unverändert bewahren."

Zur Erklärung dieser Eigenschaften der plastischen Thone sind verschiedene Theorien aufgestellt worden. Einige suchten wiederum nicht im Kaolinit, sondern in anderen Substanzen den Träger der Plasticität; dahin gehört Le Chatelier, der den Thon selbst, wie oben bemerkt wurde, überhaupt für etwas vom Kaolin chemisch Verschiedenes hielt, was aber nicht zutreffen dürfte. Schloesing (241) glaubte im Kaolin und im Thon neben dem krystallinischen Kaolinit einen amorphen Körper, die „argile colloidale" als Ursache der Plasticität gefunden zu haben, welche angeblich in alkalischem Wasser noch suspendirt blieb, während der Kaolinit zu Boden sank, und mikroskopische, kugelige, einfachbrechende Aggregate bilden sollte; Kasai (147) jedoch beobachtete, dass auch diese suspendirt bleibenden Kügelchen aus schuppigen, kaolinitähnlichen Aggregaten bestehen, welche schwache Doppelbrechung erkennen lassen, und damit fällt Schloesing's Theorie. Auch Kaul's (149) Anschauungen, welcher die Ursachen der Plasticität in glaukonitartigen oder zeolithischen Neubildungen sucht, ist nach der oben gezeigten Unsicherheit seiner Hypothesen schwerlich ein ernsterer Werth beizumessen.

Aber auch aus anderen Gründen scheint es falsch zu sein, den Träger der Plasticität ausserhalb des Kaolinits zu suchen, weil ja auch die reinsten Kaoline selbst meist einen gewissen Grad von Plasticität besitzen[1], sowie, weil es sehr gut plastische

[1] Merill's (300) gegentheilige Anschauung fasst den Begriff Plasticität doch zu eng.

Thone von ziemlich genau der theoretischen Zusammensetzung des Kaolinits giebt, und schliesslich haben sich mikroskopisch noch nie mit Sicherheit derartige Beimengungen der Thone nachweisen lassen. Die Theorien, welche den Träger der Plasticität im Kaolinit selbst suchen, sind kürzlich von Orton (204) zusammengestellt worden. Die eine derselben hält das Constitutionswasser des Kaolinits für die Ursache, da durch die Vertreibung desselben beim Brande die Plasticität zerstört werde; letztere Begründung ist so schwach wie die ganze Behauptung, denn es giebt viele wasserhaltige und doch unplastische Silicate, und durch den Brand wird der Kaolinit überhaupt in einen ganz anderen Körper übergeführt, muss also dabei auch seine Eigenschaften verlieren. Andere halten die vollkommene Spaltbarkeit für die Ursache der Plasticität; infolge derselben theilt sich der Kaolinit in sehr feine Schuppen mit glatter Oberfläche, welche leicht übereinander gleiten können, und doch, wenn sich Wasserhäutchen zwischen sie legen, wegen der Adhäsion schwer von einander zu trennen sind; so einleuchtend diese Theorie erscheint, kann sie doch nicht die einzige Begründung der Plasticität abgeben, da ja z. B. der Glimmer ebenso vollkommen spaltbar ist, und doch auch in feinster Vertheilung keine eigentlich plastische Masse abgiebt, ja sogar die Plasticität des Kaolins, wenn er diesem in grösserer Menge beigemengt ist, stört. Wieder andere suchen die Gründe in der schlüpferigen Oberflächenbeschaffenheit, die eine Folge der geringen Härte des Kaolinits im Zusammenhang mit der vollkommenen Spaltbarkeit und der ausgezeichneten Biegsamkeit ist; aber auch diese Anschauung kann nicht genügen, da sich gegen dieselbe ebenso wie gegen die beiden anderen zuletzt angeführten Theorien vorbringen lässt, dass sie die Verschiedenheit des Plasticitätsgrades von Kaolin und plastischem Thon unerklärt lassen. Eine letzte Hypothese endlich begründet die Plasticität nur in der Feinheit des Materials; aber auch diese Theorie fällt durch die Thatsache, dass selbst feinstgemahlener Sand z. B. keine Spur von Plasticität besitzt.

Dass die Feinheit des Materials bei den Ursachen der Plasticität allerdings eine Rolle spielt, scheint durch einen

Versuch von Kasai (147) bewiesen worden zu sein, welcher Nakrit durch Pulverisiren plastisch machte. Doch muss hervorgehoben werden, dass Kasai selbst damit nur einen Beweis dafür erbringen wollte, dass ein plastischer Körper fein zerkleinert sein muss, nicht aber, dass ein feinvertheilter Körper darum auch plastisch ist, wozu vielmehr noch andere Eigenschaften nöthig sind.

Der Fehler der oben zuletzt genannten Theorien liegt wohl hauptsächlich darin, dass sie die Plasticität nur auf eine Ursache zurückführen, während thatsächlich mehrere Umstände gleichzeitig dabei eine Rolle zu spielen scheinen. Wenn wir nach den Ursachen der Plasticität forschen, müssen wir uns zuerst darüber klar werden, welche Factoren bei derselben überhaupt von Wichtigkeit sind und welche Eigenschaften ein Material haben muss, damit es den in dieser Richtung gestellten Anforderungen genügt. In Betracht kommen: erstens die Beweglichkeit der kleinsten Theilchen, welche eine Formgebung überhaupt erst ermöglicht, und zweitens ihre Adhäsion, vermöge deren sie die gegebene Form beibehalten. Beide Factoren werden wirksam unterstützt durch das Vorhandensein eines flüssigen Zwischenmittels; aber dieses allein kann nicht genügen, es müssen vielmehr noch andere, in der Beschaffenheit der kleinsten Theilchen selbst begründete Ursachen mitspielen, um die erforderlichen Eigenschaften zu erreichen. Diese sind für die Beweglichkeit in der Form, in der Oberflächenbeschaffenheit, in der Biegsamkeit und in der Grösse der kleinsten Thontheilchen zu suchen. Für die Adhäsion kommen ausser dem Zwischenmittel gleichfalls die Form, sowie das Eigengewicht der kleinsten Theilchen in Betracht. Im Folgenden sollen diese Punkte kurz einzeln ausgeführt werden.

Die Form der kleinsten Theilchen ist am besten eine dünntafelige, da diese Ausbildung ein leichtes Gleiten derselben übereinander ermöglicht und für die Wirkung der Adhäsion die günstigste ist; die Umrisse der Täfelchen dürfen nicht scharfkantig, sondern müssen gerundet sein, damit die Reibung so gering als möglich ist. Ihre Oberfläche muss zur Verminderung des Reibungswiderstandes möglichst glatt sein, was bei Spaltblättchen der Fall ist; gleichzeitig

müssen die Theilchen weich und vollkommen biegsam sein, um sich leicht jeder Form anpassen zu können. Ihre Grösse muss gering sein, da diese die Beweglichkeit ebenfalls erhöht. Ihr Eigengewicht muss niedrig sein, damit es nicht die Adhäsion überwiegt, was ein Zusammensinken des ganzen Körpers zur Folge hätte; die Adhäsion muss mindestens so gross sein, dass sich jedes Theilchen des Körpers in jedem Augenblicke im Zustand der Ruhe befindet. Als Zwischenmittel kommt natürlich vor Allem das Wasser in Betracht.

Sehen wir nun, wie die Kaolinitblättchen den oben gestellten Anforderungen genügen. Vermöge seiner krystallographischen Ausbildung und seiner vollkommenen Spaltbarkeit ist der Kaolinit tafelig und hat eine glatte Oberfläche; er ist ferner milde, also weich und biegsam, und besitzt ein geringes Eigengewicht. Die Grösse der Theilchen ist in den Kaolinen zwar ziemlich gering, doch sind es meist eckige Krystallfetzen; daher die verhältnissmässig geringe Plasticität der Kaoline auf primärer Lagerstätte. Durch den Wassertransport muss naturgemäss eine Zerkleinerung des Materials und eine Abrundung der Kanten eintreten; daher sind die feuerfesten Thone auch meist plastischer als die Kaoline, aus denen sie, wie vielfach direct nachweisbar ist, durch blossen Wassertransport hervorgegangen sind.

Demnach ist die Plasticität der Kaoline und feuerfesten Thone wohl hauptsächlich eine Folge der tafeligen Ausbildung und vollkommenen Spaltbarkeit ihrer kleinsten Theilchen, ihrer Milde und ihrer Feinheit; während die ersteren Eigenschaften für alle Kaoline und Thone gleichmässig in Betracht kommen, ist die letztere variabel und scheint im Verein mit der abgerundeten Form der Theilchen beim Thon die Verschiedenheiten in der Höhe der Plasticität zu bedingen. Gleichzeitig erklärt sich so auch das Dichterbrennen der plastischen Thone von selbst aus der Feinheit ihrer kleinsten Theilchen, die sich natürlich enger aneinander legen, je kleiner und gerundeter sie sind.

Einen interessanten Hinweis auf die Wichtigkeit der Form und Feinheit der kleinsten Theilchen für die Plasticität giebt die Verschiedenheit des Plasticitätsgrades keramischer

Massen, deren Magermittel auf Schleppmühlen, gegenüber jenen, bei denen dieselben auf Trommelmühlen gemahlen sind. Durch die Schleppmühlen erhalten die kleinsten Theilchen der Magermittel (Sand, Feldspath, Kalk etc.) eine platte, flache Form, da die Wirkungsweise dieser Mühlen hauptsächlich in Zerdrücken und Zerreiben besteht, während die zerschlagend wirkenden Trommelmühlen den kleinsten Theilchen eine eckige, unregelmässige Form ertheilen; infolgedessen sind die ersteren, auf Schleppmühlen gemahlenen Massen plastischer als die letzteren, wenn die Mühlen gleich lange in Lauf gewesen sind. Verlängert man dagegen die Mahlzeit der Trommelmühlen, zerkleinert also weitgehender, so erreicht man durch grössere Feinheit der kleinsten Theilchen dieselbe Plasticität der Masse, welche bei dem Producte der Schleppmühlen durch die tafelige Form bei kürzerer Mahlzeit und geringerer Feinheit erreicht worden war. Übrigens ist die Wirkungsweise des Wassertransportes infolge der Reibung der transportirten Theilchen aneinander und an Steinen u. s. w. eine ähnliche wie bei den Schleppmühlen.

Nun bleibt nur noch die in der Praxis bekannte Thatsache zu erklären, dass sich kein unplastischer Kaolin oder Thon durch Feinmahlen plastischer machen lässt. Die Ursache dieser Erscheinung liegt nach den obigen Ausführungen wohl darin, dass beim künstlichen Mahlen die Kaolinitschüppchen zu eckigen Bruchstücken zermalmt werden, welche niemals dieselbe Plasticität besitzen können, wie die durch den natürlichen Wassertransport abgerundeten Thontheilchen. Eine andere durch das Feinmahlen bei den Kaolinen und Thonen hervorgerufene Eigenschaft ist ihre Neigung zum Rissigwerden beim Brande, die ihre Ursache wohl nur in der Feinheit des Materials findet, da auch einige natürlich vorkommende hochplastische Thone, wie z. B. die berühmten Vorkommen von Löthain bei Meissen diese Neigung besitzen; diese Risse, welche bei gebrannten Proben derartiger Thone aufklaffen und daher beim Anwärmen vor der Schwindung entstanden sein müssen, rühren wohl daher, dass das in den Poren der feinkörnigen Masse eingeschlossene Wasser beim Erhitzen sich keinen Ausweg verschaffen konnte wegen der zu grossen Dichte des Thonkörpers, die eine Folge der ausserordentlichen

Feinheit der kleinsten Theilchen ist; bei seinem Übergang in Dampf sprengte es daher die Wandung.

Aus allen diesen Untersuchungen geht aber wieder mit Sicherheit hervor, dass eine exacte wissenschaftliche Grenze zwischen Kaolin und feuerfestem Thon nicht zu ziehen ist.

Aus den kaolinisirten krystallinischen und den kaolinhaltigen Sedimentärgesteinen wird durch Ausschlämmen das technische Rohproduct, Kaolin schlechtweg, gewonnen, der ausser zur Porcellan- und Steingutfabrikation auch in grossem Umfange in der Papierindustrie Verwendung findet; doch wird ein Theil des ungeschlämmten Rohkaolins auch direct als sogenannte Kapselerde zur Herstellung von feuerfesten Steinen und Ofentheilen, sowie von Kapseln für die keramische Industrie, also zur Chamottefabrikation gebraucht.

Um die technischen Untersuchungen der Kaoline haben sich vor Allem Seger, Aron, C. Bischof u. a. Verdienste erworben.

Der Kaolin tritt nirgends als ursprüngliche Bildung auf, wie dies noch Klaproth (152) annahm, sondern allenthalben nur als Zersetzungsproduct, was heute wohl von Niemand mehr bezweifelt wird. Dass er in den allermeisten Fällen aus Feldspath entstanden ist, wurde schon früher angenommen[1] und gilt heute wohl als unbestreitbare Thatsache. Aber schon früh, so u. a. von Berzelius (12) und Freiesleben (93) wurde bemerkt, dass nicht alle Feldspäthe gleichmässig der Kaolinisirung unterliegen, denn nicht selten findet man in demselben Gestein neben völlig kaolinisirten Feldspäthen noch ganz frische. Während man anfänglich annahm, dass aller Kaolin aus Orthoklas entstanden sei, kam man später zu der Überzeugung, dass auch der Plagioklas in bedeutendem Maasse das Material zur Kaolinbildung geliefert habe. Nach meinen Beobachtungen werden die basischen Plagioklase, und bei zonar gebauten Krystallen die basischeren Kerne zuerst und am leichtesten von der Kaolinisirung ergriffen, man findet sie manchmal im sonst frischen Gestein neben ganz

[1] Struve (268), Berzelius (12), Leonhard (173), Freiesleben (93), Zippe (294), Forchhammer (87), Mitscherlich (196), Turner (274), Brongniart (34), Brongniart und Malaguti (35) (36), Bischof (16) u. v. a.

unzersetztem Orthoklas schon völlig kaolinisirt, und niemals habe ich in einem kaolinisirten Gestein Reste von ihnen finden können. Etwas mehr Widerstand leisten die sauren Plagioklase der Zersetzung, von welchen in seltenen Fällen im kaolinisirten Gestein noch ziemlich frische Reste vorhanden sind. Viel schwerer zersetzbar ist dagegen der Orthoklas, der in manchen Kaolinerden noch ganz frisch, in anderen nur wenig umgewandelt erscheint, doch in sehr vielen Fällen unzweifelhaft gänzlich kaolinisirt ist. Fast völlig unangreifbar durch die kaolinbildenden Agentien scheint der Mikroklin zu sein, den ich im Kaolin häufig noch in ganz frischem Zustande und kein einziges Mal mit Spuren von Zersetzung beobachtet habe; eine Erklärung für dieses seltsame Verhalten des Mikroklins weiss ich nicht zu geben.

Die Vorgänge bei der Umwandlung in Kaolin sind für die wichtigsten Feldspäthe in den nachfolgenden Tabellen veranschaulicht.

	SiO^2	Al^2O^3	K^2O	H^2O	%
1. Orthoklas . . .	64,86	18,29	16,85	—	100,00
weggeführt . . .	43,24	—	16,85	—	60,09
aufgenommen . .	—	—	—	6,45	6,45
Kaolinit	21,62	18,29	—	6,45	**46,36**

	SiO^2	Al^2O^3	Na^2O	H^2O	%
2. Albit	68,81	19,40	11,79	—	100,00
weggeführt . . .	45,87	—	11,79	—	57,66
aufgenommen . .	—	—	—	6,85	6,85
Kaolinit	22,94	19,40	—	6,85	**49,19**

	SiO^2	Al^2O^3	CaO	H^2O	%
3. Anorthit	43,30	36,63	20,07	—	100,00
weggeführt . . .	—	—	20,07	—	20,07
aufgenommen . .	—	—	—	12,92	12,92
Kaolinit	43,30	36,63	—	12,92	**92,85**

Beim Orthoklas und Albit werden also ausser den Alkalien $\frac{2}{3}$ der Kieselsäure, d. i. fast die Hälfte der gesammten Feldspathsubstanz weggeführt, der Umwandlungsprocess ist demnach ausserordentlich intensiv, und es bleibt an Kaolinit weniger als die halbe Gewichtsmenge des zu seiner Bildung nöthigen Orthoklases zurück. Beim Anorthit dagegen wird nur der Kalk weggeführt, die Umwandlung ist also gar nicht

besonders intensiv, und es bleibt auch fast das gleiche Gewicht an Kaolinit zurück. Diese Verhältnisse werden auch durch die chemischen Formeln gut veranschaulicht:

Orthoklas: $2Si^3O^8AlK - 4SiO^2 - K^2O + 2H^2O = Si^2O^9Al^2H^4$.
Albit: $2Si^3O^8AlNa - 4SiO^2 - Na^2O + 2H^2O = Si^2O^9Al^2H^4$.
Anorthit: $Si^2O^8Al^2Ca - ..... - CaO + 2H^2O = Si^2O^9Al^2H^4$.

Während also bei Orthoklas und Albit je 2 Molecüle zur Bildung eines Molecüls Kaolinit nöthig sind, entsteht beim Anorthit aus einem Molecül auch ein Molecül Kaolinit.

Ausser der Kaolinisirung der Feldspäthe findet man in der Literatur auch die Umwandlung anderer Mineralien in Kaolin erwähnt, doch sind diese Bestimmungen theils irrthümlich, theils mangelhaft und unsicher. In erster Linie sind die Arbeiten über die Umwandlung von Skapolith in Kaolin zu betrachten, weil die Angaben hierüber die weiteste Verbreitung in der Literatur gefunden haben. Sie gründen sich auf die Untersuchungen von Joh. Nep. v. Fuchs (98) über den Kaolin in der Gegend von Passau, der aus Skapolith entstanden sein soll, welcher als Passauit oder direct als Porcellanspath bezeichnet wurde. An sich ist diese Umbildung ja vom chemischen Standpunkte aus recht einleuchtend, wenn es auch zu weitgehend erscheint, aus einer derartigen localen Beobachtung die Theorie abzuleiten, dass aller Kaolin aus Skapolith und nicht aus Feldspath entstanden sei, wie dies Fuchs that. Diese Hypothese wurde zwar von Blum (24a) eingeschränkt, von Gümbel (112) aber speciell für die Erklärung der Passauer Vorkommnisse wieder aufgenommen, und daher sei mir ein genaueres Eingehen auf die grundlegende Abhandlung von Fuchs hier gestattet.

Derselbe kam zunächst auf deductivem Wege zu der Überzeugung, dass der Kaolin nicht ein Verwitterungsproduct des Feldspathes sein könne, denn „die Natur hätte mit dem Granit ein sehr schwaches Fundament für die Gebirge gelegt, wenn der Feldspath so leicht zerstörbar wäre, wie er es nach dieser Meinung sein müsste; sie würden längst zu Schutthaufen zusammengefallen sein.“ Er suchte nun nach dem vom Feldspath verschiedenen Mineral, aus welchem der Kaolin entstanden sein könnte, und glaubte dasselbe im „Porcellanspath“ gefunden zu haben. Er schreibt über die Krystalle

des letzteren: „Nur diejenigen, welche ganz vom Gestein umgeben sind, sind frisch; . . . die äusseren, sowie diejenigen inneren, zu welchen Klüfte führen, sind mehr oder weniger verwittert, und haben an Glanz, Härte und Durchsichtigkeit verloren.“ Die letzteren Erscheinungen hielt Fuchs für beginnende Kaolinisirung; ich hatte Gelegenheit, derartige trübe, halbverwitterte Krystalle von Skapolith vom Steinhag bei Obernzell mikroskopisch zu untersuchen, und fand, dass dieselben im Dünnschliff wie im Pulver noch völlig durchsichtig sind und aus frischem, gänzlich unzersetztem Skapolith bestehen, ohne eine Spur von Kaolinisirung; die makroskopisch sichtbare Trübung scheint durch kleine Hohlräume hervorgerufen zu sein, die wohl durch Wegführung von eingeschlossenen fremden Substanzen hervorgerufen sind. Wenn daher Fuchs fortfährt: „Nach gänzlicher Vollendung des Verwitterungsprocesses bleibt von allen Kennzeichen nur die äussere Gestalt, die Krystallform allein noch übrig, und das Product hat alle Eigenschaften der Porcellanerde“, so kann ich diese Beobachtung nicht bestätigen.

Fuchs glaubte aber auch vollkommene Pseudomorphosen von Kaolin nach Porcellanspath gefunden zu haben, da ersterer sich oft „in vierseitigen, wenig geschobenen Prismen“ finden soll; diese Angabe, deren genaue Prüfung mir nicht möglich ist, da ich keine derartige Pseudomorphose untersuchen konnte, ist aber zu ungenau, um einen sicheren Beweis für die Entstehung des Kaolins aus Skapolith zu bilden, denn die prismatischen Formen können ursprünglich ebensogut dem Feldspath zugehören. Auch dass diese Pseudomorphosen in frischem oder halbzersetztem Feldspath eingewachsen sind, kann nicht als Beweis für Fuchs' Theorie angesehen werden, denn der umgebende Feldspath kann Orthoklas oder Mikroklin sein, welche auch in anderen Vorkommen oft noch völlig frisch erhalten sind, wenn die Plagioklaskrystalle schon völlig kaolinisirt sind.

Aus einem anderen Grunde aber scheint es direct unmöglich, dass der Kaolin der Passauer Gegend aus Skapolith entstanden ist; bei der mechanischen Gesteinsanalyse von 4 dortigen Kaolinen: vom Ranathal, von Willmersdorf, von Pfaffenreuth und von Griesbach, fanden sich im Schlämm-

rückstande in grösserer Menge wasserhelle, völlig frische Körner von Skapolith, die keine Spur von irgend einer Zersetzung erkennen lassen; dies wäre doch wohl unmöglich, wenn der Kaolin aus Skapolith hervorgegangen wäre, die Körner müssten dann doch wenigstens beginnende Zersetzung zeigen. Für alle Fälle, in welchen in zweifellos aus Feldspath entstandenem Kaolin noch Körner von frischem Feldspath vorhanden sind, lässt sich der sichere Nachweis führen, dass dieselben aus Mikroklin, aus Orthoklas oder selten auch aus Albit bestehen, während der kaolinisirte Feldspath ein (basischer) Plagioklas war, von dem sich keine unzersetzten Reste mehr im Kaolin finden; dieses Beispiel kann also für den vorliegenden Fall nicht angeführt werden, es erscheint vielmehr ganz unmöglich, dass völlig frische Körner von Skapolith in grösserer Menge, ohne eine Spur von Zersetzung zu zeigen, im Kaolin vorkommen, wenn letzterer aus dem gleichen Mineral entstanden ist. Somit fällt die Hypothese von Fuchs durch die Resultate der angeführten Untersuchungen und es muss als ausgeschlossen erachtet werden, dass die Zersetzung des Skapoliths zur Bildung von Kaolin führt.

Ausser Fuchs hat nur E. E. Schmid (242) einen anderen Ursprung als durch Zersetzung des Feldspaths für den grössten Theil des Kaolins in Anspruch genommen. Dieser hielt die Kaolinkryställchen für Pseudomorphosen nach Glimmer; dass sie das nicht sind, dürfte wohl durch die krystallographischen Untersuchungen des Kaolinits zur Genüge bewiesen sein, ganz abgesehen von der Thatsache, dass der Kaolinit in den kaolinisirten Gesteinen in ungemein viel grösserer Menge vorhanden ist, als jemals der Glimmer in einem der Ursprungsgesteine, dass der Glimmer im Kaolin in vielen Fällen völlig frisch ist, sowie dass sich unzweifelhaft die Bildung des Kaolins aus Feldspath bei den meisten Vorkommnissen im Einzelnen eingehend beweisen lässt. Ein genaueres Eingehen auf Schmid's Hypothese erscheint daher überflüssig.

Die Umwandlung von Leucit in Kaolinit scheint an und für sich gleichfalls nicht unmöglich, doch sind alle derartigen Vorkommnisse äusserst mangelhaft untersucht und daher noch sehr zweifelhaft. Blum (24a) glaubt, dass die Zer-

setzung des Leucits mit vulcanischen Processen in Zusammenhang stehe, so in den Laven des Vesuvs, von wo derartige Pseudomorphosen durch Sillem (259a, b), in den Tuffen der Gegend von Rom, von wo sie durch Blum (24a), Leonhard (174) und Rammelsberg (211) beschrieben sind, und in den Tuffen der Eifel. Ein früher gleichfalls für Kaolin gehaltenes Zersetzungsproduct des Leucits im Dolerit vom Kaiserstuhl im Breisgau, durch Blum (24a) und Sillem (259b) beschrieben, hat sich nach Blum (24d) und Brauns (29) später als Analcim erwiesen; trotzdem glaubt der letztere, dass das Endproduct der Zersetzung des Leucits Kaolin sei, aber vielleicht gehören auch die übrigen Vorkommen, für die genaue chemische Untersuchungen bislang fehlen, nicht dem Kaolin, sondern Zeolithen an.

Pseudomorphosen von „Steinmark" nach Nephelin sind von zwei Fundorten beschrieben worden; bei dem einen derselben, dem Liebenerit vom Fleimserthal in Tirol beziehen sich die Angaben (von Haidinger (116), Blum (24b) und Sillem (259b)) gewiss nicht auf Kaolin; die von Brögger (31) auf der Insel Lövö gegenüber Brevik in Norwegen in einem Syenitpegmatitgang gefundenen gelblichgrünen Zersetzungsproducte des Eläoliths sind noch nicht genauer untersucht. Die Umwandlung von Nephelin in Kaolin, die ja nach der chemischen Zusammensetzung des ersteren möglich erscheint, ist also noch nicht bewiesen.

Als Zersetzungsproduct von Sodalith oder Hauyn ist Kaolin durch Sillem (259a, b) vom Vesuv und vom Kastell Melfi in Apulien beschrieben worden, wo diese Umwandlung nach Scacchi (235) durch saure Dämpfe hervorgerufen worden ist, doch erscheint die Zugehörigkeit dieser Pseudomorphosen zum Kaolin mangels genauer Untersuchung noch zweifelhaft; das gleiche ist bei den von K. v. Fritsch (97) beschriebenen „kaolinartigen" Zersetzungsproducten von Nosean in den Phonolithen des Hegaus, wo Zeolithbildung das Gewöhnliche ist, und den von Sauer (233) erwähnten Pseudomorphosen nach Hauyn aus den basaltischen Phonolithen der Canarischen Inseln der Fall.

Eine Umwandlung von Analcim in Steinmark erwähnt Brögger (33) von Gulpekollen bei Röra in Eidanger, ohne

durch genauere Untersuchung die Zugehörigkeit zum Kaolin oder einem anderen Mineral festzustellen.

Pseudomorphosen von Steinmark nach Topas sind mehrfach beschrieben worden, so vom Schneckenstein in Sachsen[1] und von Schlaggenwald in Böhmen durch Sillem (259b) und A. Reuss (214), von den Zinnerzgängen bei Ehrenfriedersdorf durch Freiesleben (91), (92), (94), aus einem „Talkschiefer" von Brasilien durch Marx (187) und Blum (24a), aus Sibirien durch Razumovsky (212), ferner durch Glocker (105). In den allermeisten Fällen ist jedoch eine nähere Untersuchung des Umwandlungsproductes versäumt worden, und es erscheint daher zum mindesten fraglich, ob es sich hierbei um Kaolin handelt. W. S. Clark (40) hat allerdings eine Pseudomorphose nach Topas analysirt und für die fragliche Substanz nahezu die chemische Zusammensetzung des Kaolins gefunden; doch ist damit noch nicht bewiesen, ob es sich hier wirklich um eine Umwandlung von Topas in Kaolinit handelt und nicht vielleicht bloss um eine Verdrängung. A. Frenzel (96) hat schon gezeigt, dass die Zersetzungsproducte des Topas z. Th. aus Gilbertit, also einem fluorhaltigen Glimmer von sehr annähernd der Zusammensetzung und den Eigenschaften des Muscovits bestehen; ich selbst habe mehrfach Gelegenheit gehabt, an dem im Kaolin vorkommenden Topas Zersetzungserscheinungen zu beobachten, so in den Vorkommen von Zettlitz und Ottowitz bei Karlsbad in Böhmen, von Cornwall und von Muncelu auf dem plain Bumbestilor in Rumänien. In allen diesen Fällen besteht das Umwandlungsproduct aus schuppigen Aggregaten von normalem Muscovit mit einem scheinbaren Winkel der optischen Axen von ca. 60°, aber niemals aus Kaolin.

A. Reuss (214) und Blum (24c) wollen Pseudomorphosen von Nakrit nach Karpholith in Überzügen auf Gneiss von Schlaggenwald beobachtet haben, geben jedoch keine Beweise für ihre Bestimmung der weissen Zersetzungsproducte an.

Im Altenberger Zinnstockwerk kommen Pseudomorphosen nach Prosopit vor, die früher von Breithaupt (30) (32)

[1] Vielleicht eine Verdrängungspseudomorphose, da die dortigen Topaskrystalle theilweise in Kaolinit eingebettet sind.

und Blum (24a, c) für Speckstein gehalten wurden, jedoch nach der Analyse von R. Richter (240) (24d) chemisch mit Kaolinit übereinstimmen, und demnach wohl diesem zugehören; sie müssen durch Zuführung von Kieselsäure aus Prosopit entstanden sein, also durch den umgekehrten Process der Bildung des Kaolins aus Orthoklas.

In den Kaolingruben von La Vilate bei Limoges und Chanteloube (Dep. Haute-Vienne) kommen Pseudomorphosen nach Beryll vor, die nach der Analyse von Damour (51) (24d) eine dem Kaolinit nahestehende chemische Zusammensetzung zeigen; falls das Analysenmaterial zweifellos aus einer Umwandlungspseudomorphose stammte, scheint also vielleicht auch eine Zersetzung von Beryll zu Kaolinit vorzukommen.

Blosse Verdrängungspseudomorphosen sind diejenigen nach Flussspath[1], Apatit (24d), Wolframit (24c) (25) (210) und Scheelit (24e) (227), deren Zugehörigkeit zum Kaolinit meist auch sehr mangelhaft festgestellt ist.

Es kann überhaupt nicht genug davor gewarnt werden, alle möglichen mehr oder minder weissen, erdigen bis dichten Umwandlungsproducte schlechtweg als Kaolin zu bezeichnen, wie dies in der Literatur so oft der Fall ist. Schliesslich ist der Name Kaolin doch der eines Minerales von bestimmter Zusammensetzung und bestimmt definirten Eigenschaften, welche den so bezeichneten Zersetzungsproducten fast immer fehlen. Manchmal genügt schon, wie dies z. B. für den Passauer „Porcellanspath" wahrscheinlich gemacht wurde, eine Trübung irgend eines Minerales, um die Bildung von Kaolin zu behaupten. Dahin gehört auch die Bezeichnung der in Gesteinen im Dünnschliff so oft zu beobachtenden, aber wegen ihrer Kleinheit meist nicht näher bestimmbaren Zersetzungsproducte des Feldspaths als Kaolin, wie dies z. B. von Romberg (219) geschieht; nach allen optischen Merkmalen scheint es sicher zu sein, dass dieselben nicht dem Kaolin, sondern einem muscovitähnlichen Mineral angehören. Auch möchte ich hier vor dem allzu häufigen Gebrauche des Namens „Steinmark" für irgendwelche erdigen Zersetzungsproducte warnen,

[1] Blöde (23), Freiesleben (94), Blum (24a, b), Sillem (259b) und F. E. Geinitz (102).

da unter demselben doch eigentlich Aggregate von Kaolinit verstanden werden[1].

Das Material zur Kaolinbildung haben hauptsächlich die feldspathreichen Erstarrungsgesteine geliefert, also die Granite und ihre Spaltungsgesteine, wie Aplite und Pegmatite, sowie die Quarzporphyre, untergeordnet auch deren jungeruptive und effusive Verwandte, wie die Liparite und Pechsteine, und speciell im Zusammenhang mit propylitischen Erzgängen auch basischere Gesteine, namentlich aus der Gruppe der Andesite.

Über die Ursachen der Kaolinbildung giebt es verschiedene Anschauungen; diese Fragen der Entscheidung näher zu bringen, soll ein Hauptzweck der vorliegenden Arbeit sein. Bei den von mir angestellten Untersuchungen wurde im Gegensatz zu den früher angewandten Methoden den Schlämmrückständen die grösste Aufmerksamkeit zugewendet, da sich in diesen etwaige der Kaolinisirung gleichzeitige Neubildungen finden mussten, welche von Wichtigkeit für die Aufklärung der Entstehungsursachen des Kaolins sein konnten. Zu diesem Zwecke wurden die Schlämmrückstände durch Sieben und mittelst schwerer Flüssigkeiten, wo nöthig auch mit dem Elektromagneten getrennt, und hierauf eingehend mikroskopisch untersucht. Als Trennungsflüssigkeit fand im Anfang hauptsächlich Tetrabromacetylen Verwendung; dasselbe zeichnet sich allerdings durch verhältnissmässige Billigkeit aus, verliert diesen Vorzug aber dadurch, dass es ziemlich rasch verdunstet, sowie durch den hohen Preis des als Verdünnungsmittel angewandten Äthers, der allein in grösserem Maassstabe hierzu gebraucht werden kann; auch ist es sehr schwer wieder zu concentriren, da der letzte Rest des Äthers nur langsam zu vertreiben ist. Wegen dieser Unzuträglichkeiten wurde später nur Thoulet'sche Lösung angewandt, welche sich zu ausgedehnteren Arbeiten als viel zweckmässiger und billiger erwies, da man bei ihrer Anwendung kaum Verluste erleidet und sie bekanntlich leicht wieder concentriren kann. Die letzte Scheidung wurde stets mit Methylenjodid ausgeführt.

[1] Vergl. Groth (109).

Specieller Theil.

I. Mineralbeschreibung.

Die mineralogische Untersuchung der Kaolinvorkommnisse zeigt eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit in der Zusammensetzung, indem von den in granitischen Gesteinen beobachteten accessorischen Mineralien eine ganze Reihe als Gemengtheile des Kaolins erhalten sind, während gleichzeitig eine Reihe von Neubildungen vorkommen, die das Bild noch vielgestaltiger machen. Allerdings ist es ausserordentlich schwierig, mit Sicherheit die Grenze zu ziehen zwischen denjenigen Mineralien, welche als ursprüngliche Gemengtheile des Granites anzusehen sind, und denjenigen Neubildungen, deren Entstehung mit Umwandlungsprocessen und speciell mit der Kaolinbildung in Zusammenhang zu bringen ist. Ganz vereinzelt steht der Apatit, welcher als Gemengtheil der Granite kaum jemals fehlen dürfte, im Kaolin aber nirgends mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte und daher wohl bei der Kaolinbildung stets vollkommen zerstört worden ist. Bemerkenswerth erscheint, dass Mineralien, welche man sonst als ausserordentlich empfindlich gegen die Einwirkungen der Atmosphärilien kennen gelernt hat, und die in verwitterten Gesteinen in erster Linie der Umwandlung anheimfallen, gerade in diesen im innersten Kerne veränderten Vorkommnissen erhalten geblieben sind. Hierher gehören z. B. der Biotit, der Xenotim, der Monazit, welche in denjenigen Vorkommnissen wenigstens, die sich auf primärer Lagerstätte befinden, oft in vollständig unveränderten Krystallen vorhanden sind. Die einzelnen Mineralien, welche an der Zusammensetzung der untersuchten Kaolinvorkommen theilnehmen, sollen, soweit sie eingehender studirt worden sind, in ihren speciell für diese Vorkommnisse charakteristischen Eigenschaften hier kurz beschrieben werden.

Gut ausgebildete Krystalle von Kaolinit finden sich in keinem der untersuchten Vorkommnisse. Im Allgemeinen bildet das Mineral kleine unregelmässige Krystallfetzen, welche die gewöhnlichen optischen Eigenschaften besitzen, und die in nicht wenigen Vorkommnissen zu so geringer Grösse herabsinken, dass man sie im Mikroskop nur schwer noch als in-

dividualisirte und krystallinische Bildungen erkennen kann. Es mag gleich hier bemerkt werden, dass im Zusammenhang mit der Kaolinbildung in nicht wenigen Fällen auch dichte erdige Partien von Nontronit als mehr oder weniger hervortretende und in seltenen Fällen den Kaolin auch ganz ersetzende Neubildungen beobachtet wurden, einem Mineral, das natürlich die Qualität des Kaolins, in welchem es vorkommt, in höchstem Maasse verringert. Im Allgemeinen darf mit Sicherheit gesagt werden, dass der Kaolinit ebenso wie der Nontronit in allen hier betrachteten Lagerstätten als Neubildung auftritt, der Kaolinit in der Hauptsache hervorgegangen aus Feldspath, und wohl kaum in irgend einem Falle vollständig neu hinzugeführt, wie man dies in einigen Erzlagerstätten oder auch sonst auf Gängen beobachtet. Der Nontronit anderntheils stellt in einigen Vorkommen unzweifelhaft gleichfalls ein Umwandlungsproduct des Feldspaths dar, in welchen Übergänge vorhanden sind, wie auch die Erhaltung der Form den Ursprung deutlich verräth, in anderen ist er auch aus den basischen Gemengtheilen, speciell dem Pyroxen hervorgegangen, und häufig findet er sich als Umwandlungsproduct unter Verhältnissen, unter welchen das ganze Gestein eine gleichmässige Durchaderung mit Nontronit aufweist. Auch der sogen. Mog, ein im Allgemeinen an Manganoxyden reiches, erdiges, braunes Aggregat ist in nicht wenigen Fällen, und zwar ziemlich verschiedenartigen Lagerstätten als Begleiter der Kaolinbildung nachzuweisen, besonders häufig in inniger Verbindung mit Quarzgängen, welche die betreffenden Lagerstätten durchsetzen.

Über das Verhältniss zwischen der Grösse und Form der einzelnen Kaolinschuppen und der technischen Verwerthbarkeit des Materials wurden schon in der Einleitung einige Angaben gemacht. Im Allgemeinen scheint es, als ob man auch noch zwischen Kaolinen auf primärer Lagerstätte trennen könnte zwischen den dichteren aus Quarzporphyren hervorgegangenen Varietäten und den deutlicher schuppigen, die aus Granit entstanden sind.

Bemerkenswerth erscheint, dass der Pyrophyllit in Kaolinvorkommnissen wenig verbreitet ist: er wird nur aus den schwedischen erwähnt.

Das wichtigste Mineral, welches an der Zusammensetzung der ursprünglichen Gesteine, die zur Entstehung der Kaolinlagerstätten Anlass gegeben haben, theilnimmt, ist unzweifelhaft der Orthoklas, neben demselben sind kalkhaltige Plagioklase oft von grösserer Bedeutung, selten sind Albit und Mikroklin. Dass die Kaolinisirung die verschiedenen Feldspäthe nicht gleichmässig ergreift, sondern dass die Plagioklase, zumal wenn sie kalkreich sind, der Umwandlung viel rascher erliegen als der Orthoklas, und dass schliesslich der Mikroklin selbst in den am weitgehendsten umgewandelten Vorkommnissen nicht angegriffen zu sein scheint, wurde schon früher betont. Der Unterschied in der Angreifbarkeit kann so weit gehen, dass fast der gesammte Gehalt an Kaolin aus Plagioklas hervorgegangen ist. Der Orthoklas zeigt häufig sowohl in den auf primärer als in den auf secundärer Lagerstätte befindlichen Vorkommnissen eine eigenthümliche sandartige Beschaffenheit, welche auf eine innere Zertrümmerung und Zersprengung der Krystalle zurückzuführen ist, wie man dies auch ausserhalb der Kaolinlagerstätten beobachtet.

Glimmermineralien spielen in zahlreichen Kaolinvorkommnissen eine bedeutende Rolle. Es mag bemerkt werden, dass in gar nicht seltenen Fällen der Biotit des ursprünglichen Granits in vollkommen frischem Zustande aus dem kaolinisirten Gestein isolirt werden konnte, dass in anderen Fällen eine Chloritisirung stattgefunden hat, die wohl im Zusammenhang mit den kaolinbildenden Processen vor sich ging. Es soll damit nicht gesagt werden, dass alle Granite, welche das Ursprungsmaterial jetzt biotitfreier Kaoline gewesen sind, schon ursprünglich keinen Biotit enthielten, vielmehr sprechen zahlreiche Erscheinungen dafür, dass unter Umständen auch der ganze Gehalt an Biotit dem Kaolinisirungsprocess anheimfällt. Was den Muscovit betrifft, so dürfte derselbe sich dem Biotit ähnlich verhalten, so dass das Verhältniss ein ähnliches ist wie zwischen Plagioklas und Orthoklas. Unzweifelhaft aber entsteht auch secundär als Nebenproduct bei der Kaolinbildung durch die Zersetzung der Feldspäthe Muscovit als Neubildung, welcher in seinen optischen Eigenschaften sich von dem primären Muscovit nicht unterscheiden lässt. In der letzteren Form pflegt er in ziemlich feiner Verthei-

lung aufzutreten und bedingt wohl den Kaligehalt der ausgeschlämmten Kaoline. Der Lithionglimmer ist, so weit er in den hier untersuchten Vorkommnissen beobachtet wurde, lichtgefärbt; er wurde durch seine leichte Schmelzbarkeit und die Lithionreaction mehrfach festgestellt. Aus den Kaolinlagerstätten von Cornwall ist Gilbertit, z. Th. gut auskrystallisirt, bekannt; derselbe besitzt die gleiche chemische Zusammensetzung und ähnliche optische Eigenschaften wie der Muscovit, sein geringer Fluorgehalt ist nicht grösser, als in den meisten Vorkommnissen des letzteren; unzweifelhaft tritt er als Neubildung auf, und ist nach Frenzel z. Th. aus Topas hervorgegangen; vielleicht gehören hierher auch die von mir mehrfach beobachteten und nach den optischen Eigenschaften mit Muscovit übereinstimmenden glimmerigen Zersetzungsproducte von Topas.

Der Quarz ist unter den unveränderten Bestandtheilen des Gesteins jedenfalls der wichtigste, und er ist es gleichzeitig, der häufig die Möglichkeit giebt, in der völlig zersetzten Bildung noch die ursprüngliche Structur zu erkennen. Trotzdem kann es sehr schwierig werden, Kaoline auf primärer und auf secundärer Lagerstätte von einander zu unterscheiden, da auch in letzterem Fall oft eine Abrundung und sonstige Formveränderung der Quarzkörner nicht stattgefunden hat, weil sich solche Lagerstätten oft in nächster Nähe des Ursprungsorts befinden, und da der Quarz in den Kaolinsandsteinen nicht selten ebenso gleichmässig vertheilt ist wie im Granit selbst. Ferner beobachtet man häufig genug, dass in denjenigen Vorkommnissen, welche sich auf primärer Lagerstätte befinden, Quarz als Neubildung auftritt, besonders in Imprägnationszonen neben Gängen, die vorherrschend Quarz führen, Neubildungen, welche so weit gehen können, dass die Menge des neugebildeten Quarzes die des ursprünglichen überwiegt. Ob dieser neugebildete Quarz der bei der Kaolinbildung freiwerdenden Kieselsäure seine Entstehung verdankt, also eine Art Lateralsecretion darstellt, oder ob er aus der Tiefe durch irgendwelche Agentien zugeführt wurde, lässt sich allgemein nur sehr schwer entscheiden, in einzelnen Fällen werden die Erscheinungen mehr für die eine oder mehr für die andere Anschauung sprechen.

Erze wurden vielfach beobachtet, und zwar vorwiegend Titaneisen, das durch die allenthalben auftretende Leukoxenbildung und durch die Titanreaction in der Phosphorsalzperle von dem theilweise neben ihm oder für sich allein vorkommenden Magneteisen unterschieden werden kann. Von der Kaolinisirung des Gesteins sind diese ursprünglichen Gesteinsbestandtheile unberührt geblieben.

Rutil ist in den Kaolinen ziemlich verbreitet; er ist kenntlich durch seine sehr hohe Licht- und Doppelbrechung, meist lebhaft gelb oder braunroth gefärbt, und bildet gewöhnlich nur undeutlich krystallographisch begrenzte Körner, ist aber in einigen Fällen ganz gut auskrystallisirt und besitzt dann kurz prismatischen Habitus. Er ist zweifellos ein schon vor der Kaolinisirung vorhandener Gesteinsgemengtheil und erscheint im Kaolin allenthalben gänzlich frisch und unzersetzt.

Anatas wurde sehr häufig beobachtet; er bildet meist ziemlich scharf begrenzte, in allen Fällen tafelige Krystalle, gewöhnlich von blauer Farbe, seltener ist er farblos oder bräunlich, manchmal fleckig oder zonar gefärbt: innen blau, aussen gelb. Pleochroismus ist selten zu beobachten, doch tritt er in einigen Fällen deutlich hervor, dann ist O = tiefblau, E = lichtblau, die Absorption also O > E. Der Anatas ist wohl als Neubildung anzusehen, wenn dieselbe auch nicht der Kaolinisirung gleichzeitig gewesen sein muss, da er auch im frischen, nicht kaolinisirten Granit vorkommt. Z. Th. ist er jedenfalls aus Titaneisen hervorgegangen, da typische Verwachsungen von Anataskryställchen mit Leukoxen auf Titaneisenkörnchen beobachtet werden konnten.

Titanit, z. Th. in unregelmässigen Körnern, z. Th. aber in sehr deutlichen Krystallen in der charakteristischen Briefcouvertform, wurde vielfach gefunden; im letzteren Falle zeigten die isolirten Kryställchen fast senkrechten Austritt der spitzen Bisectrix. Er ist meist sehr schwach bräunlich oder auch braun gefärbt, und häufig im Kaolin zu bräunlichen, erdigen Aggregaten einer nicht näher bestimmbaren Substanz zersetzt. Seine Bestimmung ist durch die ausgezeichneten optischen Eigenschaften und die charakteristische Form der Krystalle leicht.

Xenotim (bezw. Hussakit) und Zirkon kommen sehr

häufig als accessorische Gemengtheile in den Graniten und Quarzporphyren und den aus diesen entstandenen Kaolinen vor. Ihre Unterscheidung ist meist sehr schwer und manchmal ganz unmöglich. Beide bilden meist sehr scharf umgrenzte Kryställchen, bei denen bald die Pyramide, bald das Prisma vorherrscht. Derby (64) hielt die von letzterem Habitus für Zirkon und die ersteren für Xenotim, was jedoch nach meinen Untersuchungen irrthümlich zu sein scheint. Durch Kraus und Reitinger (161) ist kürzlich der Xenotim genauer untersucht worden, wobei sich herausstellte, dass frischer Xenotim (von ihnen Hussakit genannt) stets einen Gehalt von ca. 6% Schwefelsäure aufweist, welche bei der Verwitterung leicht weggeführt wird, wobei das Mineral sich trübt und in das reine Phosphat — den Xenotim — übergeht. Durch diese Untersuchungen sind neue Nachweise von Hussakit möglich geworden. Nach den Messungen von Kraus besitzt derselbe eine bedeutend höhere Doppelbrechung als der Zirkon. dieselbe ist nämlich bei letzterem 0,060, bei ersterem aber 0,095. Geben demnach mikroskopisch kleine Kryställchen noch das Weiss höherer Ordnung, so ist ihre Zugehörigkeit zum Hussakit mindestens sehr wahrscheinlich, da Zirkon in solchem Falle ziemlich lebhafte Interferenzfarben zeigt. Diese Methode giebt da, wo eine chemische Reaction nicht ausgeführt werden kann, ein ziemlich gutes Mittel zur Unterscheidung; doch kann in allen Fällen, wo eine solche möglich ist, nur die chemische Reaction die sichere Bestimmung geben. Hierzu kommen zwei Methoden in Betracht, die beide gleich gute Resultate liefern; nämlich die Heparprobe (zum Nachweis des Schwefelsäuregehalts des Hussakits), die aber nur bei frischen Kryställchen, aus denen die Schwefelsäure noch nicht weggeführt ist, angewendet werden kann; und der Nachweis von Phosphorsäure, zu welchem Zwecke man ein oder mehrere Kryställchen mit reinem Magnesiumpulver schmilzt und dann mit Wasser anfeuchtet; der intensive Geruch nach Phosphorwasserstoff macht sich dann auch bei den geringsten Mengen von Hussakit sofort bemerkbar. In den von mir untersuchten Gesteinen ergab sich das merkwürdige Resultat, dass der Hussakit sogar etwas verbreiteter ist als der Zirkon, welcher zwar oft neben ihm vorkommt und nur ziemlich selten

völlig fehlt, aber meist in geringerer Menge vorhanden ist und nur selten ganz allein auftritt. Auffallend ist, dass der sonst so ausserordentlich leicht zersetzbare und verwitternde Hussakit in der Kaolinerde meist völlig frisch erhalten ist, und nur da Zersetzungserscheinungen aufweist, wo das kaolinisirte Gestein nachträglich verwitternden Einflüssen zugänglich geworden ist, also z. B. infolge von Wassertransport bei den Kaolinerden auf secundärer Lagerstätte, oder in den obersten Partien der Kaolinlager, wenn diese zu Tage liegen. Erwähnt sei noch, dass sowohl Hussakit wie Zirkon manchmal ausgesprochen hemimorph ausgebildet sind, indem die Endflächen am einen Pol durch eine spitze, am anderen durch eine stumpfe Pyramide gebildet werden; doch handelt es sich hier wohl eher um gestörtes Wachsthum, wenngleich bemerkt werden muss, dass oft beide Pole sehr scharf ausgebildet sind. Übrigens kommen alle Übergänge von reinpyramidaler bis zu langprismatischer Ausbildung bei beiden Mineralien gleichmässig nebeneinander vor. Nachzutragen ist noch, dass ein Theil der untersuchten Kryställchen von Hussakit deutlichen Pleochroismus zeigt: O = blassrosa bezw. gelbbraun, E = bräunlichgelb bezw. graubraun; die Absorption war in allen Fällen $E > O$.

Monazit ist gleichfalls in den Kaolinen sehr verbreitet, und merkwürdigerweise ähnlich dem Hussakit stets völlig frisch und klar, obgleich er bekanntlich sonst fast stets durch Verwitterung getrübt zu sein pflegt. Er bildet meist gerundete und sehr undeutlich krystallographisch begrenzte, gelb gefärbte Körner; in seltenen Fällen jedoch kommen scharf ausgebildete, und dann sehr flächenreiche Kryställchen vor. Ausser der optischen Identificirung, die an den besser ausgebildeten Körnern sehr gut durchzuführen ist, liefert die spectroskopische Untersuchung in allen Fällen völlig unzweifelhafte Resultate; die charakteristischen Absorptionslinien des Neodyms und Praseodyms lassen sich schon bei den winzigsten Körnchen deutlich erkennen, wenn man bei nicht zu schwacher Vergrösserung, damit ein möglichst grosser Theil des Gesichtsfeldes vom Körnchen ausgefüllt ist, ein gutes Spectroskop auf das Ocular des Mikroskopes aufsetzt; die breiten Absorptionsstreifen im Gelb (Neodym) und Blau (Praseodym) machen die Bestimmung völlig sicher.

Chrysoberyll, der bisher nur aus Pegmatiten bekannt war, fand sich in einigen Kaolinen in vereinzelten Körnchen, die meist wenig deutlich krystallographisch begrenzt und nur selten gut ausgebildet sind. Er besitzt sehr starke Lichtbrechung und schwache Doppelbrechung, die übrigen optischen Eigenschaften sind selbst in ein und demselben Vorkommen stets sehr wechselnd. In allen von mir beobachteten Fällen zeigt er eine ausserordentlich kräftige Dispersion der optischen Axen, welche die Körnchen leicht an ihren anormalen Interferenzfarben und dem Wechsel von blauen und gelben Farben beim Drehen zwischen gekreuzten Nicols erkennen lässt; doch ist dieselbe sehr wechselnd, theils $v > \varrho$, bei einem optischen Axenwinkel für roth von ca. 0°, für blau von ca. 70°; z. Th. zeigen sie aber die entgegengesetzte Dispersion $\varrho > v$, in diesem Falle sind die Axenwinkel noch schwankender, bei der stärksten Dispersion ist er für roth ca. 60°, für blau ca. 20°, doch kommen daneben auch Körner mit viel schwächerer Dispersion vor. Bei zum Vergleiche herangezogenen Chrysoberyllen von Greenwood in Maine und von Ceylon fand ich den gleichen Wechsel im optischen Verhalten, wie er übrigens von Des Cloizeaux auch schon an Chrysoberyll von Brasilien beobachtet worden ist. Im übrigen ist an besser ausgebildeten Krystallkörnern eine mit Chrysoberyll übereinstimmende Orientirung und vereinzelt auch diesem analoger schwacher Pleochroismus wahrzunehmen: c = c olive, b = b bräunlichgrün; ferner beobachtet man an den, stets einfache Individuen darstellenden Kryställchen die charakteristische Flächenstreifung parallel c, und auch die Winkel der wenig vollkommenen Endflächen sind ähnlich denjenigen des Chrysoberylls. Eine chemische Identificirung ist wegen der Kleinheit der Körnchen unmöglich, doch dürfte die optische Bestimmung bei den in so hohem Maasse ungewöhnlichen Eigenschaften genügend sicher sein.

Ein nur in wenigen Fällen, aber in nicht geringer Menge beobachtetes farbloses Mineral, das in mikroskopisch kleinen, unregelmässig eckigen Körnern vorkommt, optisch einaxig ist und positiven Charakter der Doppelbrechung besitzt, zeigt eine Lichtbrechung von etwa 1,65, und etwas stärkere Doppelbrechung als Quarz; es kann vielleicht mit Phenakit

identificirt werden, doch ist eine genaue, sichere Bestimmung desselben bei der Kleinheit der Körner und dem Mangel eines chemischen Nachweises für Beryllium nicht möglich.

Dumortierit wurde vereinzelt in einigen Kaolinvorkommen bestimmt. Er bildet kleine parallelfaserige Aggregate, die einen ausgezeichneten Pleochroismus zeigen, der für das Mineral sehr charakteristisch ist und die sichere Identificirung sehr leicht macht: a = tiefkarmin bezw. smalteblau, bei eintretender Zersetzung z. Th. auch dunkelolive bezw. rothbraun, b = lichtgrauolive bis farblos. Die Ebene der optischen Axen liegt parallel zur Faserrichtung, welche gleichzeitig die negative Bisectrix eines kleinen Axenwinkels ist; in den Spaltblättchen, auf welchen die zweite Mittellinie senkrecht austritt, ist daher die kräftige Dispersion der optischen Axen nicht zu beobachten.

Mehrfach, und z. Th. in ziemlich grosser Menge wurde ein röthlich gefärbtes, wasserhell durchsichtiges Mineral von mittlerer Licht- und schwacher Doppelbrechung beobachtet, das in unregelmässigen Körnern auftritt. Dasselbe zeigt lebhaften Pleochroismus: a = tiefroth, b = lichtrosa, bezw. lichtgrünlichgelb bis farblos, besitzt negativen Charakter der Doppelbrechung und einen grossen optischen Axenwinkel. Die (mangelhaften) Spaltblättchen geben symmetrischen Axenaustritt bei sehr schiefer Lage der Axenebene. Die Dispersion ist schwach $v > \varrho$. Da das Mineral von Flusssäure unangreifbar ist, und die optischen Eigenschaften ebenso wie dieses Verhalten für Andalusit sprechen, so ist es wohl mit diesem zu identificiren. Da es auch im frischen, unzersetzten Granit nachgewiesen wurde, so ist es ein ursprünglicher Gesteinsgemengtheil. Dass Andalusit als solcher im Granit vorkommt, mag überraschen, kann aber vielleicht auf einfache Weise durch die Annahme erklärt werden, dass kleine Bröckchen des Contactgesteins vom granitischen Magma völlig aufgelöst wurden, und durch ihren hohen Thonerdegehalt zur Bildung von Andalusit bei der Erstarrung Anlass gaben. Für diese Hypothese scheint die Beobachtung zu sprechen, dass der (kaolinisirte wie der frische) Granit in der Nähe des Contactes mit Hornfels (bei Tirschenreuth) andalusitreicher ist als in grösserer Entfernung. Möglicherweise darf

auch für die oben erwähnten Vorkommen von Dumortierit eine ähnliche Entstehung vermuthet werden. Der Andalusit ist auch im völlig zersetzten Gestein vollkommen frisch, und nirgends der bei seiner Verwitterung doch ziemlich häufigen Umwandlung in Muscovit erlegen.

Farblose Nädelchen von Sillimanit, welche nichts Bemerkenswerthes darbieten, wurden mehrfach gefunden. Auch Disthen konnte in farblosen Spaltblättchen mit den gewöhnlichen optischen Eigenschaften mehrfach nachgewiesen werden; in einem Pilsner Kaolinsandstein wurde ein lebhaft blaugefärbtes Mineral mit starkem Pleochroismus: $\mathfrak{c}$ = blau, $\mathfrak{b}$ = lichtblau, $\mathfrak{a}$ = lichtgrün beobachtet, welches sich durch seine optischen Charaktere und besonders die Spaltbarkeit gleichfalls als Disthen zu erkennen giebt, aber in einigen Punkten von den gewöhnlichen Vorkommnissen desselben abweicht; es zeigt nämlich starke Dispersion $v > \varrho$, während bisher nur schwache Dispersion $\varrho > v$ bei diesem Mineral bekannt war; doch fand ich auch bei Disthen aus dem sogen. Paragonitschiefer vom Pizzo Forno bei Chironico wechselnde Dispersion, theils schwach $\varrho > v$, theils stark $v > \varrho$, und bei Disthen von Kleinitz bei Prägraten zeigte sogar ein und dasselbe Spaltblättchen am einen Ende schwache Dispersion $\varrho > v$, am anderen Ende stärkere $v > \varrho$; während also diese Abweichung auch bei anderen Vorkommen sich zeigt, bleibt eine andere unerklärt: Es wurde nämlich an einem vorzüglich orientirten Schnitt, mit einer Zwillingslamelle nach der Basis, die Auslöschungsschiefe gegen letztere Fläche zu 52° statt zu 57° bestimmt, eine Abweichung, die ausserhalb der Beobachtungsfehler liegt, und für die ich keine Erklärung geben kann.

In den Kaolinvorkommen der Gegend von Passau kommt, z. Th. in bedeutender Menge, ein röthlich gefärbtes, etwas getrübtes, sonst aber völlig frisches Mineral in unregelmässigen, in keiner Weise krystallographisch begrenzten Körnern vor, z. Th. auch schon makroskopisch erkennbar. U. d. M. erscheint es farblos, zeigt ausserordentlich kräftige Dispersion der Mittellinien und infolgedessen Mangel an Auslöschung und stark anomale Interferenzfarben. Die Spaltfläche ergiebt einen sehr schiefen Austritt einer Axe und der

negativen Bisectrix. Die einzelnen Splitter zeigen stets fleckige Interferenzfarben, was auf eine ausserordentlich intensive Durchwachsung verschieden dispergirender und verschieden orientirter Substanzen hinweist. Auffallend erscheint das ausserordentlich häufige Hervortreten einer Zwillingslamellirung: Die Lichtbrechung des Minerals ist hoch, die Doppelbrechung lässt sich wegen der stark anomalen Interferenzfarben nicht abschätzen, scheint aber nicht hoch zu sein. Durch qualitative chemische Untersuchung wurde es als ein fast eisenfreies Kalkthonerdesilicat erkannt, und ist wohl Klinozoisit, mit welchem auch seine optische Orientirung am besten übereinstimmt.

Blassgelbe, scharfe Kryställchen von Epidot wurden vereinzelt beobachtet; sie bieten in Form und Eigenschaften nichts Bemerkenswerthes.

Stellenweise wurden vereinzelte Körner eines in seinen Eigenschaften dem oben beschriebenen muthmaasslichen Klinozoisit sehr ähnlichen Minerals gefunden, welche dieselben optischen Anomalien und fast die gleichen Eigenschaften zeigten, sich aber von den ersteren durch bedeutend schwächere Lichtbrechung unterschieden; vielleicht ist das Mineral Prehnit.

Granat wurde mehrfach beobachtet, meist blassrosa gefärbt und häufig mit starken optischen Anomalien, und nur selten mit deutlicher krystallographischer Begrenzung. Von Spinell fanden sich öfters vereinzelte, grüne Körner. Vereinzelt wurden, neben dem wohl durch Zersetzung des ursprünglichen Biotits gebildeten Chlorit, auch Blättchen von Sprödglimmer beobachtet; dieselben sind zweiaxig, negativ, und geben schiefen Axenaustritt bei schiefer Lage der Axenebene. Sie unterscheiden sich schon im gewöhnlichen Licht vom Chlorit durch ihre starke Lichtbrechung. Ziemlich lebhafter Pleochroismus wurde wahrgenommen: einmal a = blaugrün $>$ b = gelbgrün, ein andermal c = blaugrün $>$ b = gelbgrün. Die Blättchen zeigten keine deutliche krystallographische Begrenzung; sie gehören wohl einem Chloritoid an.

Das Vorkommen von völlig frischen, unzersetzten Körnern von Skapolith im Kaolin von Passau wurde bereits erwähnt; dieselben sind unregelmässig eckig, und zeigen keinerlei

krystallographische Begrenzung. Ihre Identificirung gelang durch Vergleich mit makroskopisch bestimmbarem Skapolith aus derselben Gegend, sowie durch den chemischen Nachweis von Chlor, das die dortigen Vorkommen stets enthalten, mittelst einer Lösung von Silbernitrat in Flusssäure. Der Skapolith besitzt schwache Lichtbrechung und mittlere Doppelbrechung; auch das specifische Gewicht der beobachteten Körner stimmt mit Skapolith überein.

Kleine Nädelchen einer farblosen Hornblende mit den gewöhnlichen optischen Eigenschaften, theilweise durch Zersetzung stark getrübt, wurden einigemale beobachtet, vereinzelt auch grüne Körner von Augit, welche nichts Bemerkenswerthes darbieten.

In einigen Kaolinvorkommen wurde Staurolith gefunden, meist in ganz unregelmässigen, eckigen Körnchen, und nur sehr selten in scharfen, tafeligen Kryställchen. Er ist gelb bis bräunlich gefärbt, besitzt starke Licht- und mittlere Doppelbrechung, und zeigt lebhaften Pleochroismus: c = tiefrothbraun $>$ a = b gelbbraun bis gelb. Ein tafeliges Kryställchen zeigte schiefen Austritt der stumpfen positiven Bisectrix bei symmetrischer Lage der Axenebene.

Unregelmässig begrenzte, violblaue Körnchen von Korund konnten nur einmal beobachtet werden.

Graphit tritt in mehreren Kaolinvorkommen auf, und bildet dann schuppige Aggregate, die in Butzen und Flecken im Kaolin sitzen. Wie Weinschenk gezeigt hat, ist derselbe eine Neubildung, die mit pneumatolytischen, postvulcanen Processen in Zusammenhang steht, und ist wahrscheinlich aus flüchtigen Metallcarbonylen, welche auf Klüften aufstiegen, entstanden. Sein Vorkommen im Kaolin ist daher von grösster Bedeutung für die Deutung der Entstehungsgeschichte der betreffenden Kaolinvorkommen.

Gleichfalls eine Neubildung ist der besonders bei Passau mit dem Kaolin zusammen vorkommende Opal, der seine Entstehung wohl entweder der dem Gestein bei der Kaolinisirung entzogenen Kieselsäure, oder aber flüchtigen Silicumverbindungen, die aus der Tiefe aufstiegen (Fluorsilicium), seinen Ursprung verdankt. Er tritt in traubigen Knollen und in Adern auf.

Interessant ist das Vorkommen von Diaspor, der, allerdings nur ganz vereinzelt, im Kaolin beobachtet werden konnte; er bildet farblose, wasserhell durchsichtige, krystallographisch nicht deutlich begrenzte Spaltblättchen, welche senkrechten Austritt der Bisectrix eines sehr grossen Axenwinkels geben; seine Lichtbrechung ist hoch, seine Doppelbrechung mittel. Der Diaspor ist wohl zweifellos bei der Kaolinisirung des Gesteins entstanden, durch Wegführung der Kieselsäure in noch stärkerem Maasse als bei der Kaolinbildung.

Turmalin ist in braunen und blauen Varietäten ein sehr weit verbreiteter Begleiter der Kaolinvorkommen. Er tritt theils in feiner Vertheilung in Nädelchen und Kryställchen im Gestein selbst auf, theils bildet er in strahligen Aggregaten Adern im Kaolin, oder die bekannten radialfaserigen sogen. „Turmalinsonnen". In Bezug auf optische Eigenschaften bietet er nichts Bemerkenswerthes. Theilweise ist er wahrscheinlich ursprünglicher Gesteinsgemengtheil, oder gehört pegmatitischen Gängen an, welche bei der Kaolinisirung mit dem Nebengestein zersetzt worden sind. Seine so ausserordentlich weite Verbreitung in den Kaolinlagerstätten, auch dort, wo er dem frischen Granite fremd ist, sowie die Art seines Vorkommens als Ausfüllung von Klüften und Hohlräumen macht es jedoch sehr wahrscheinlich, dass er häufig eine Neubildung ist, die dann wohl in enger Beziehung zur Kaolinisirung steht; für letztere Vermuthung spricht auch die stellenweise zu beobachtende Thatsache, dass das Gestein in der Nähe der Turmalinadern am vollkommensten kaolinisirt ist, eine Erscheinung, deren Beobachtung den strahligen Turmalinaggregaten in Zettlitz bei den Bergleuten sogar den Namen der „Blume" eingetragen hat, welche die beste, d. i. an ausschlämmbarem Material reichste Kaolinerde anzeigen soll. Sein Vorkommen als Neubildung in dieser Weise ist für die Erklärung der betreffenden Kaolinvorkommen von grösster Wichtigkeit.

Gleichfalls als Neubildung ist wohl der in manchen Vorkommen in grosser Menge, und überhaupt nicht selten im Kaolin gefundene Topas anzusehen; er bildet unregelmässige, nicht krystallographisch begrenzte, farblose, meist wasserhelle Körner, und ist manchmal zu schuppigen Aggregaten zersetzt,

welche nach ihren optischen Eigenschaften als Muscovit bestimmt werden konnten. Er besitzt mittlere Lichtbrechung und ziemlich schwache Doppelbrechung; infolge seiner Spaltbarkeit erhält man oft im Pulver senkrechten Austritt der spitzen, positiven Bisectrix eines Axenwinkels von etwa 90—100°. Seine Identificirung gelang ausser durch die optische Orientirung durch den chemischen Nachweis des Fluor. Wenn auch kein strenger Beweis dafür, dass er als Neubildung angesehen werden muss, geliefert werden kann, so ist dies doch häufig wahrscheinlich, und dann zweifellos von Bedeutung bei der Frage nach dem Ursprung der Kaolinlagerstätten.

Neben ihm tritt manchmal auch noch ein anderes, aus der Zinnerzformation bekanntes Mineral auf, nämlich der Flussspath, welcher in unregelmässig gestalteten, violett bis röthlich, oder blassgrünlich gefärbten Körnern vorkommt. und wohl gleichfalls als Neubildung angesehen werden muss. die mit dem Kaolinisirungsprocess gleichzeitig entstanden ist, und wie die Gegenwart von Topas darauf schliessen lässt, dass Fluorverbindungen eine Rolle bei demselben gespielt haben.

Interessant ist auch das ausserordentlich häufige Vorkommen von Eisenspath in den Kaolinlagerstätten, der doch wohl nur eine Neubildung sein kann. Er tritt theilweise in makroskopisch erkennbaren Aggregaten, häufiger aber in mikroskopisch kleinen, erbsengelben Körnern auf, die meist gerundete Rhomboëder darstellen. Er besitzt mittlere Lichtbrechung und sehr hohe Doppelbrechung, wie Kalkspath. Sein Vorkommen im kaolinisirten Gestein lässt auf die Mitwirkung von Kohlensäure bei dem Kaolinisirungsprocess schliessen.

Auch Pyrit und Markasit kommen sehr häufig in mikroskopischen Körnchen im Kaolin vor; erwähnenswerth ist, dass einmal schöne Oktaëder des ersteren beobachtet wurden. Noch ausgedehnter aber ist ihre Verbreitung in grossen Knollen und selbst in Gängen, die keinen Zweifel an ihrem Charakter als Neubildungen lassen. Während beide im Kaolin meist völlig frisch sind, erliegen sie in den der Verwitterung zugänglichen, also vorzugsweise den obersten Partien der Kaolinlagerstätten der letzteren sehr leicht, und es lässt sich dann neben Eisenhydroxyden eine Neubildung von Knollen von Gyps beobachten.

Es bleiben noch zwei Mineralien zu erwähnen, beide aus Cornwall, deren Identificirung mir leider nicht gelang. Das eine derselben ist wasserhell durchsichtig, mit einem blassgrünlichen Ton, und einfachbrechend; seine Lichtbrechung ist nur wenig stärker als die von Canadabalsam; da es nur in wenigen vereinzelten Körnern in einem Kaolin beobachtet wurde, so konnte eine chemische Untersuchung desselben nicht vorgenommen werden. Das zweite Mineral ist in den Kaolinerden von Cornwall in grösserer Verbreitung vorhanden, ist lebhaft gelb gefärbt, gleichfalls einfachbrechend, und wenn frisch klar durchsichtig, doch allermeistens zu schuppigen doppelbrechenden Aggregaten zersetzt; seine Lichtbrechung ist hoch, nahe an 1,7; es findet sich stellenweise in ungemein grosser Menge, auch im halbzersetzten Granit, und scheint, seinen Umrissen im Dünnschliff nach, regulär zu krystallisiren; da ganz frische wasserklare Körner sehr selten sind, so konnte nur eine qualitative chemische Untersuchung vorgenommen werden, welche ergab, dass das Mineral ein, anscheinend von sonstigen Bestandtheilen freies Bleisilicat ist Dasselbe schmilzt schon in der Kerzenflamme leicht zur Kugel, und giebt auf Kohle ein grosses Bleikorn; in concentrirter Schwefelsäure ist es löslich. Diesen Eigenschaften nach scheint es mit keinem der bisher bekannten Bleisilicate identisch zu sein.

II. Die Kaolinlagerstätten.

Bei allen geologischen Untersuchungen ist die Möglichkeit einer allgemeineren Betrachtung und allgemeiner gültiger Schlüsse nur gegeben, wenn dieselben sich auf ein möglichst grosses Untersuchungsfeld erstrecken. Demgemäss habe ich mich bemüht, möglichst viele der mir zugänglichen Kaolinvorkommen in den Bereich meiner Untersuchungen zu ziehen. Im Folgenden ist eine Zusammenstellung der von mir an Ort und Stelle untersuchten Kaolinlagerstätten, bezw. Kaolingebiete gegeben. Die beigefügten Zahlen geben noch die von dem betreffenden Fundorte der mechanischen Gesteinsanalyse unterworfenen Proben, die verschiedenen Varietäten entnommen wurden, an:

Gegend von Karlsbad in Böhmen (33):
- Zettlitz und Ottowitz (25) . . . . . Kaolinisirter Granit.
- [Dallwitz und Schobrowitz (2)][1] . . . . „ „
- Schankau (1) . . . . . „ „
- Imligau (1) . . . . . „ „
- [Liditzau bei Schlackenwerth (1)][1] . . . „ „
- Münchhof bei Chodau (2) . . . . . Kaolinthon.

Oberpfalz und Oberfranken:
- Schmelz bei Tirschenreuth (3) . . . Kaolinisirter Granit
- Gegend von Wiesau: Schönhaid (3) . „ „
- Kornthann (2) . „ „
- Gegend von Markt-Redwitz: Haingrün (2) . . . . . „ „
- Wondreb (1) . . . . . „ „
- Hirschau und Schnaittenbach (6) . Kaolinsandstein.
- Kohlberg (3) . . . . . „

Gegend von Wildstein bei Eger (5):
- Wildstein (1) . . . . . Kaolinthon.
- Neudorf (1) . . . . . „
- Dürr (1) . . . . . „
- Klinghart (1) . . . . . „
- Grossloh (1) . . . . . „

Gegend von Halle a. S. (13):
- Teicha (3) . . . . . Kaolinisirter Quarzporphyr.
- Sennewitz (2) . . . . . „ „
- Morl (5) . . . . . „ „
- Lettin (1) . . . . . „ „
- Dölau (2) . . . . . „ „

Gegend von Mügeln bei Oschatz in Sachsen:
- Kemmlitz (5) . . . . . Kaolinisirter Quarzporphyr.

Gegend von Meissen in Sachsen:
- Seilitz (2) . . . . . Kaolinisirter Quarzporphyr.
- Löthain (2) . . . . . (1) „ „; (1) Kaolinisirter Pechstein.

Ausserdem konnte ich noch von den folgenden Fundorten verschiedene Proben, die mir zugesandt wurden, untersuchen:

- Cornwall (3) . . . . . Kaolinisirter Granit.

Gegend von Les Colettes (Dép. Allier):
- Beauvoir bei Echassières (2) . . . . . Kaolinisirter Granit.

Limousin:
- St. Yrieix (2) . . . . . (1) Kaolinisirter Granit. (1) Kaolinthon (?).
- Marsaguet bei Coussac (2) . . . . . Kaolinisirter Granit.

[1] Von mir nicht selbst besucht.

Gegend von Rönne auf Bornholm:		
Rabekkegaard (4)	Kaolinisirter Granit.	
Buskegaard (4)	„	„
Schonen:		
Flackarp (1)	Kaolinisirter Granit.	?
Bivaröd (1)	„	„ ?
Hönsholm bei Perstorp (1)	„	„ ?
Muncelu auf dem plain Bumbestilor, Rumänien (1)	Kaolinisirter Granit.	
Oberlohma bei Franzensbad, Böhmen (1)	„	„ ?
Gegend von Passau:		
Willmersdorf (2)	Kaolinisirter Syenit.	
Ranathal (1)	„	„
Niederndorf (1)	„	„
Rothenkreuz (1)	„	„
Pfaffenreuth (1)	„	„
Griesbach (1)	„	„
Schwarzbach in Böhmen (2)	?	
Gegend von Pilsen:		
Ledeč (1)	Kaolinsandstein.	
Oberbřís (1)	„	
Thüringen:		
Steinheid (1)	„	
Türkismühle a. d. Nahe (1)	„	

Im Folgenden sollen diese Lagerstätten einzeln näher behandelt werden. Gleichzeitig sind auch die in der Literatur schon beschriebenen erwähnt, welche mir nicht zugänglich waren.

a) Kaolinlagerstätten, welche zweifellos mit Zinnerzlagerstätten in engem Zusammenhange stehen.

1. Cornwall[1].

Die bedeutendsten Kaolinlagerstätten in Cornwall liegen in der Nähe von St. Austell; einige Namen von Hauptfundorten sind: St. Stephens, Breage, St. Just, Land's End und Carnbrea; alle diese Orte liegen im Gebiete der altberühmten Zinnerzlagerstätten, mit denen die Kaolinvorkommen in enger räumlicher Verbindung stehen. Der Cornwall'sche Kaolin ist wegen seiner reinweissen Farbe und seiner vorzüglichen technischen Eigenschaften in der Porcellan-

[1] Boase (26), Brongniart (34), Blum (24d), Collins (43), Macadam (184), Davies (57).

industrie hochgeschätzt und weit berühmt und findet vermöge des billigen Wassertransportes ein ausgedehntes Absatzgebiet auch ausserhalb Englands, so z. B. in den deutschen rheinischen Fabriken. Der Kaolin ist in Cornwall ein Zersetzungsproduct von Granit und findet sich auf primärer Lagerstätte; der Granit selbst ist so vollständig zersetzt, dass er vermahlen wird und als „Chinastone", „Cornishstone" oder (mit dem chinesischen Namen) „Petuntse" gleichfalls bei der Porcellanfabrikation Verwendung findet. Alt und ausgedehnt ist auch der Verbrauch des dortigen Kaolins in der Papierindustrie. Einer brieflichen Mittheilung des Herrn Boxhall in St. Austell an Herrn Prof. Weinschenk verdanke ich noch folgende Angaben über die Art des Vorkommens: „Kaolinlager finden sich gewöhnlich am Abhang von Hügeln; eine leichte Vertiefung zeigt oft die Stelle eines Kaolinlagers an. Dasselbe zeigt horizontale Lagerung und die Menge wächst mit der Tiefe. Der Kaolin in der Tiefe des Lagers ist von besserer Qualität als der in dem oberen Theil. In fast jedem Falle durchschneidet ein Streifen von Turmalinfels senkrecht das Lager. Der Kaolin in der Nähe des „blue stone" (Turmalinfels) ist von besserer Qualität als der in grösserer Entfernung davon". Dass die Güte des Kaolins mit der Tiefe zunimmt, findet seine Erklärung wohl darin, dass die obersten Partien wie gewöhnlich etwas verwaschen und dabei verunreinigt sind, ist aber von einem anderen Gesichtspunkte aus sehr interessant und charakteristisch, da es der allgemeinen Anschauung, dass der Kaolin nach der Tiefe zu in unzersetzten Granit übergehe, widerspricht. Ein Liegendes der Kaolinlager scheint hier überhaupt unbekannt zu sein. Dass sich die Kaolinlager hier meist in Vertiefungen finden, ist nur natürlich, da das zersetzte und dadurch aufgelockerte Gestein leichter der Erosion unterliegt als das unzersetzte. Gilbertit, z. Th. gut auskrystallisirt, kommt im Kaolin, wohl als mit ihm gleichzeitige Neubildung, vor.

Ich hatte Gelegenheit, 3 Proben Kaolin aus Cornwall näher zu untersuchen. Von den ursprünglichen wichtigsten Gesteinsgemengtheilen fand ich ausser Quarz nur in einem derselben noch Feldspathreste, und zwar stark zersetzte Körner von Orthoklas und noch völlig frische von Mikro-

klin; ersterer scheint weitaus zum grössten Theile völlig kaolinisirt zu sein, letzterer dagegen überhaupt nicht. Muscovit ist in den Proben in solcher Menge vorhanden, dass er wohl z. Th. als Neubildung angesehen werden muss. Farbloser Granat, z. Th. mit starken optischen Anomalien, ist wohl ein ursprünglicher accessorischer Gemengtheil des Granits, während als ausgesprochene Neubildungen, welche zugleich die genetische Zugehörigkeit der Kaolinvorkommen zur Zinnerzformation ausser Zweifel stellen, die folgenden angesehen werden müssen: Flussspath, der in violetten und blassröthlichen Farbtönen z. Th. massenhaft auftritt; Topas, welcher ebenfalls in sehr grosser Menge vorkommt und z. Th. zu schuppigen, muscovitähnlichen Aggregaten, wie oben beschrieben, zersetzt ist; endlich, in geringerer Menge, brauner Turmalin. Zwei Mineralien, die leider nicht bestimmt werden konnten, von denen das eine ein Bleisilicat ist, wurden schon oben ausführlicher beschrieben.

Die genetische Zugehörigkeit der Kaolinvorkommen von Cornwall zur Zinnerzformation ist wohl schon durch die obigen Ausführungen klargelegt. Die eigenthümlichen Beziehungen zu den Turmalingängen sprechen zudem auch dafür, dass es aus der Tiefe auf Klüften aufsteigende Agentien waren, welche die intensive Umwandlung des Gesteins hervorgebracht haben.

Erwähnt sei noch, dass nach Blum bei Botallack in Cornwall auch ein kaolinisirter Quarzporphyr vorkommen soll; Genaueres darüber ist mir nicht bekannt geworden, doch ist der Ausdruck „Quarzporphyr" vielleicht nicht richtig, und es handelt sich wohl um einen so zersetzten Granitporphyr.

2. Les Colettes und Echassières, Dep. Allier, Frankreich.

Nach de Launay (59) gehen die Tagebaue auf Kaolin bei diesen Orten in einer isolirten, rings von Glimmerschiefern umgebenen Granitkuppe um, welche von Quarzbrockengängen durchsetzt ist. Im Contact mit den letzteren ist das ganze Gestein völlig verkieselt, d. h. zu einer hornsteinartigen Masse geworden, die aber noch die ursprüngliche Structur erkennen lässt; in weiterer Entfernung von den Quarzgängen folgt dann eine Zone, in welcher der Granit völlig kaolinisirt ist, und die weiterhin in horizontaler Richtung in den un-

zersetzten Granit übergeht. Der Kaolin tritt also nur in Bändern im Granit auf, welche mit Quarzgängen in engster Beziehung stehen. Zwei Proben von Kaolin von Beauvoir bei Echassières, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, waren blassröthlich gefärbt, ohne dass ein Grund für diese Färbung erkennbar wäre; vielleicht rührt sie von der ursprünglichen Farbe des Feldspaths her. Beide Proben zeigten granitische Structur, und zwar war die eine mittel-, die andere feinkörnig. Der Glimmer, den besonders die grosskörnige Varietät enthält, ist ein Lithionglimmer, wie auf chemischem Wege nachgewiesen wurde, und zeigt einen scheinbaren Winkel der optischen Axen von ca. 50°; da nach DE LAUNAY an dieser Stelle makroskopisch Lepidolith vorkommt, so gehören die im Gestein vertheilten Blättchen vielleicht auch diesem an. Daneben tritt noch etwas Muscovit auf. Als Neubildung ist wohl der Chlorit anzusehen, der hier z. Th. selbst wieder zu röthlichen, glimmerähnlichen Aggregaten zersetzt ist. Von sonstigen makroskopisch erkennbaren Begleitern des Kaolins erwähnt DE LAUNAY Türkis, Lithiophorit und Manganoxyd, besonders aber Zinnerz, welches hier früher durch Auswaschen gewonnen worden sein soll, und wohl alle Zweifel an der Genesis dieser Kaolinvorkommen beseitigt. Ich kann DE LAUNAY's Angaben noch das Vorkommen von Topas hinzufügen, den ich besonders in der feinkörnigen Kaolinvarietät in ausserordentlich grosser Menge beobachtete und welcher z. Th. selbst wieder, wie so häufig, in schuppige Aggregate von Muscovit umgewandelt ist. Die Paragenesis von Zinnerz, Topas, Türkis etc. stellt die genetische Zugehörigkeit des Kaolinvorkommens zur Zinnerzformation ausser Zweifel. Dass auch wirklich nur auf Klüften aufsteigende Gase und heisse Lösungen die Kaolinbildner gewesen sind, wird ferner durch die oben beschriebenen engen Beziehungen der Kaolinvorkommen zu den Quarzgängen bewiesen, welche wohl zweifellos als Kluftausfüllungen angesehen werden müssen, die durch Abscheidung entweder der dem Feldspath des Granits bei der Kaolinisirung entzogenen, oder der in flüchtigen Siliciumverbindungen mit den kaolinbildenden Agentien aus der Tiefe aufgestiegenen Kieselsäure entstanden sind.

De Launay nimmt an, dass es postvulcanische Gasexhalationen waren, welche im Gefolge der Graniteruption selbst auftraten, die eine so weitgehende Umwandlung des Gesteins hervorgebracht haben, und diese Anschauung stimmt auch mit der von Daubrée begründeten, für die Erklärung der Zinnerzlagerstätten heute gewöhnlich herangezogenen Theorie überein[1].

b) Kaolinvorkommen in Zusammenhang mit sonstigen Erzlagerstätten.

Ein Zusammenhang zwischen Kaolinvorkommen und Erzlagerstätten ist auch ausserhalb der eigentlichen Zinnerzformation mehrfach zu beobachten, so auf der

3. National Bell Mine, Red Mountain bei Silverton, San Juan County, Colorado.

Dieses Vorkommen ist in der Wissenschaft hauptsächlich darum bekannt geworden, weil hier auf Drusen Kaolinit in gut ausgebildeten Kryställchen auftritt, die das Material zu den wichtigsten krystallographischen und optischen Untersuchungen[2] geliefert haben. Der Kaolinit kommt hier auf zweierlei Art vor: einmal als Umwandlungsproduct des jungeruptiven Gesteins, in welchem die Erze auftreten, und zweitens als Neubildung auf Drusen und Klüften. Die Erze Bleiglanz, Anglesit, Enargit und Strahlenblende mit ihren Begleitern Baryt und Quarz kommen in Kammern und Nestern vor, deren Nebengestein kaolinisirt ist. Man darf diese Zersetzung wohl der Wirkung der gleichen Thermalwässer zuschreiben, denen nach einer heute weit verbreiteten Anschauung auch die Erze ihren Ursprung verdanken; da der Kaolinit aber auch mit den letzteren gemengt und auf Drusen als selbständige Neubildung auskrystallisirt vorkommt, so scheint es, dass ein Theil des Kaolinits von den Agentien gelöst und mit den anderen Mineralien zusammen neu abgesetzt worden ist, eine Erscheinung, die sich auch auf anderen Erz-

[1] Neuerdings scheint de Launay (301) seine bisherigen Anschauungen allerdings zurückzuziehen.

[2] Hills (125), Cross und Hillebrand (48), Le Chatelier (170), Reusch (213), Kasai (147).

lagerstätten verfolgen lässt und später noch näher betrachtet werden soll.

4. Waterfall Mine, Redwell Basin, Gunnison County, Colorado.

Nach Eakins (70) kommt auf der Waterfall Mine der Kaolin in einem Nest in unzersetztem Gestein vor und ist gemengt mit Bleiglanz und Pyrit, welche daher wohl als ihm gleichzeitige Neubildungen anzusehen sind und seine Entstehung durch Einwirkung aus der Tiefe aufsteigender heisser Lösungen wahrscheinlich machen.

5. St. Peter's Dome, Pike's Peak region, Colorado.

Nach Cross und Hillebrand (47) treten an diesem Orte in röthlichem Biotitgranit zwei durch ihren Reichthum an Kryolithmineralien ausgezeichnete Quarzgänge auf, von denen der eine auch Kaolinit enthält, welcher hier ein Zersetzungsproduct von Feldspath ist; nach den oben genannten Autoren ist letzterer eine mikroperthitische Verwachsung von Albit und Mikroklin, wie sie in nächster Nähe auch frisch vorkommt. gewesen; dies ist der einzige mir bekannt gewordene Fall. wo Mikroklin kaolinisirt vorkommt. Begleiter des mit Bleiglanz imprägnirten Kaolinits sind hier noch Prosopit, rother und grüner Flussspath, verschiedene gemischte Fluoride (Kryolith, Pachnolith u. s. w.), Zirkon und grünlichgelber Glimmer. Es erscheint danach wahrscheinlich, dass der Feldspath durch Einwirkung von Thermalwässern, welche ausser Blei auch Fluor- und Siliciumverbindungen führten. kaolinisirt worden ist.

6. Security Mine, Silver Cliff, Colorado.

Auch dieses Vorkommen befindet sich im Gebiete der Erzlagerstätten und seine Entstehung steht mit denselben wohl in Zusammenhang. Nach Eakins (71) und Emmons (78) bildet der Kaolin hier ein Lager im Rhyolith und ist aus letzterem hervorgegangen.

7. Im Gebirge zwischen Rhône und Saône

kommt nach Brongniart (34) Kaolinerde vor, und zwar ist das Gestein am Contact mit Quarzadern kaolinisirt und mit Bleiglanz, Flussspath, Eisenerzen, Baryt u. s. w. imprägnirt;

offenbar sind auf den jetzt von Quarzgängen ausgefüllten Klüften die Erz- und Mineralbildner mit den kaolinisirenden Agentien zugleich aus der Tiefe gekommen.

8. Broken Hills Mine, Australien.

Nach Warren (282) kommt Kaolinit auf dieser Grube in innigem Gemenge mit Silberbromid, -jodid und -chlorid, sowie Spuren von Gold vor.

c) Kaolinerde als Begleiter propylitischer Erzgänge.

9. Ungarn und Siebenbürgen[1].

In den zahlreichen Vorkommnissen der sogen. propylitischen Goldformation ist Kaolinbildung weit verbreitet, und zwar in der Weise, dass die den Gängen zunächstliegenden Partien der verschiedenartigsten Eruptivgesteine, welche in ihrer ursprünglichen Zusammensetzung von ziemlich basischen Augitandesiten bis zu den sauersten Lipariten wechseln können, eine Kaolinisirung erfahren haben, während gleichzeitig auf den Gängen selbst Kaolin als unzweifelhafte Neubildung auftritt. In dieser Beziehung sind in erster Linie die Tellurgoldvorkommnisse von Nagyag (Com. Hunyad, Siebenbürgen) zu nennen, wo der in weiterer Umgebung propylitisirte Dacit an der Scharung der Gänge eine Kaolinisirung erfahren hat, die auch in einer Tiefe von 500 m noch unverändert zu beobachten ist; oder bei Verespatak, wo ein Liparit, der die gangführenden Karpathensandsteine unterlagert, in weitestgehendem Maasse kaolinisirt ist. Hierher gehören auch die Vorkommnisse aus der Umgebung von Schemnitz, wo gleichfalls im Gebiet der Propylite Kaolinbildungen ausserordentlich weit verbreitet sind, namentlich ist in der Umgebung eines Ganges das Nebengestein so weitgehend in Kaolin umgewandelt, dass die Halden direct den Eindruck eines Kaolinbergwerkes machen. An der zuletzt genannten Localität liegt insofern ein besonders interessanter Fundort vor, als einestheils das ursprüngliche Gestein ein sehr basisches, namentlich

[1] Die folgenden Angaben verdanke ich mündlichen Mittheilungen von Herrn Prof. Weinschenk; vergl. auch B. v. Inkey (135). Semper (258), J. H. L. Vogt (276), Lundgren (183).

ein Augitandesit gewesen ist, und anderntheils der Gang bis zu ungewöhnlicher Tiefe aufgeschlossen ist, indem die tiefste Sohle, bei welcher eine Änderung der Kaolinbildung durchaus nicht zu erkennen ist, sich etwa 400 m unter Tage befindet. Auf dieser Sohle sind, im Franzschacht, gleichzeitig Thermen von 45° angefahren, welche direct dem kaolinisirten Gestein entspringen. Ausserdem haben die heissen Quellen von Glashütten bei Schemnitz ihren Ursprung innerhalb ähnlicher Andesite, welche an Ort und Stelle eine ziemlich weitgehende Kaolinisirung zeigen. Im Allgemeinen sind die kaolinisirten Gesteine intensiv mit Schwefelkies imprägnirt.

Nach Kolbeck (156) enthält der Kaolin der eben genannten Vorkommnisse z. Th. viel Sericit.

d) Kaolinvorkommen in Zusammenhang mit Türkislagerstätten.

10. Los Cerillos in Neumexico.

Nach Clarke und Diller (41) ist der Trachyt (wohl richtiger Liparit), in welchem die mit faserigem Türkis, Pyrit und Limonit u. s. w. erfüllten Adern auftreten, welche den Gegenstand des dortigen Bergbaues bilden, stark kaolinisirt, und zwar ist die Kaolinisirung in den am meisten mit Türkis imprägnirten Partien auch am intensivsten; es scheint demnach zwischen der Türkis- und der Kaolinbildung ein genetischer Zusammenhang zu bestehen, und man darf darum wohl annehmen, dass dieselben pneumatolytischen Processe, denen der Türkis seine Entstehung zu verdanken scheint, auch den Anlass zur Kaolinisirung des Nebengesteins gegeben haben.

Erinnert sei noch daran, dass nach de Launay, wie oben gezeigt, Türkis auch in Les Colettes (neben Zinnerz) als Begleiter des Kaolins auftritt.

e) Kaolinvorkommen in Zusammenhang mit Graphitlagerstätten.

11. Umgegend von Passau.

Über die Kaolinvorkommen der Gegend von Passau, die sich nesterweise in Syenit und Gneiss in engem räumlichen Zusammenhang mit den Graphitlagerstätten derselben Gegend finden, existirt eine ziemlich ausgedehnte Literatur[1]. Was

[1] v. Flurl (85), Gehlen (100) (101), J. N. v. Fuchs (98), Ch. Schmitz (244), Schafhäutl (237), Wineberger (289), Sillem (259), Blum (24),

das geologische Vorkommen der Kaolinerde betrifft, so ist zunächst die enge Verbindung derselben mit den linsenförmigen Einlagerungen von Graphit nicht zu verkennen, und es gehören daher die hauptsächlichsten Vorkommnisse dem eigentlichen Graphitgebiet an. So zahlreich aber die Vorkommnisse von Kaolin in diesem Gebiete sind — als specielle Fundorte sind mir bekannt geworden: Mitterwasser, Wildenrana; Stollberg, Lämmersdorf, Willmersdorf, Niederndorf, Diendorf, Griesbach, Thiermühle; Rothenkreuz; Neumühle; Pfaffenreuth —, so untergeordnet ist der Abbau derselben, welcher stets nur an ganz vereinzelten Punkten ausgeführt wird, und niemals in grossem Maassstabe betrieben wurde. Schuld daran scheinen die geringe Mächtigkeit, die Absetzigkeit und namentlich die äusserst häufige Verunreinigung und Mischung mit Nontronit zu sein, welche die Verwendbarkeit der Passauer Kaolinvorkommen herabdrückt. Die innige Verbindung der Graphitvorkommnisse mit diesen Einlagerungen von Kaolin lässt sich allenthalben verfolgen, so dass kaum irgendwo Graphit gefunden wird, ohne dass gleichzeitig wenigstens untergeordnete Mengen von Kaolin vorkommen. Die reinsten Abarten, gleichzeitig diejenigen, welche zu verschiedenen Zeiten technisch ausgebeutet worden sind, scheinen aus den eigenthümlichen pegmatitartigen Syeniten hervorgegangen zu sein, welche häufig als wenig mächtige Einlagerungen die Graphitlinsen begleiten und durch ihren Gehalt an Titanit und Skapolith (Porcellanspath) schon frühe die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt haben.

Auch im Passauer Gebiet sind die Syenite nur stellenweise, und zwar in der Hauptsache in nächster Nähe der Graphitvorkommen zu Kaolin geworden, während sich unweit davon der Syenit in vollständig frischem Zustande vorfindet. Bis zu welcher Tiefe die Kaolinisirung zu verfolgen ist, lässt sich bis heute nicht ersehen, da nirgends die untere Grenze der zersetzten Gesteinspartien erreicht ist. Selbst die tiefsten Gruben, welche in der Nähe von Pfaffenreuth aufsetzen,

Waltl (278), Gümbel (112), Weinschenk (285) (286) (287), Bergeat (8). — Herrn Prof. Weinschenk verdanke ich ausführliche Mittheilungen betreffs des geologischen Vorkommens des Kaolins bei Passau und in den anderen Graphitgebieten.

fördern aus der Teufe noch völlig kaolinisirtes Gestein. Die Angabe von Gümbel, dass der Kaolin im Passauer Gebiet hauptsächlich in den feuchten Gräben zur Ausbildung gekommen sei, den auf der Höhe anstehenden Gesteinen dagegen fehle, wird hierdurch auf das sicherste widerlegt, denn gerade die Pfaffenreuther Gruben sind die höchstgelegenen im ganzen Gebiet. Der so gebildete Kaolin ist sehr häufig von zahlreichen Bändern von Hornstein durchzogen, welche vielleicht der dem Feldspath bei der Kaolinisirung entzogenen Kieselsäure ihre Bildung verdanken, aber auch durch Zufuhr von Kieselsäure entstanden sein können, und dem Gestein oft ein ganz geschichtetes Aussehen verleihen. Indessen beweist das Vorhandensein grösserer Mengen von Titanit in der charakteristischen Briefcouvertform, wie er in den Syeniten vorhanden ist, ebenso wie diejenige des Skapoliths, welche beiden Mineralien zu den typischen Beimengungen der Passauer Kaoline gehören, dass die hier untersuchten Varietäten, in der Hauptsache wenigstens, aus dem Syenit hervorgegangen sind.

Entsprechend seiner Entstehung aus dem quarzfreien Gestein, das ursprünglich weitaus vorwiegend aus Feldspath zusammengesetzt war, sind einzelne Varietäten der gewonnenen Kaolinerde ungewöhnlich reich an ausschlämmbarem Material, in anderen, welche weniger reich sind, hat sich offenbar die bei der Bildung des Kaolins frei werdende Kieselsäure an Ort und Stelle wieder niedergeschlagen. So weit nicht die Verunreinigungen mit Nontronit, bezw. mit dem braunen Mangansuperoxydsilicat, dem Mog, oder endlich von Graphit in Betracht kommen, welche gerne in kleinen Flecken und Streifen im Kaolin auftreten, ist die Passauer Kaolinerde rein weiss, und auch Beimengungen glimmerartiger Mineralien sind nur in sehr geringer Menge vorhanden. Unter diesen scheint hauptsächlich der Batavit vorzuherrschen, welcher in einem Vorkommen von Willmersdorf auf Grund seiner optischen Eigenschaften sicher nachgewiesen werden konnte. Von den übrigen accessorischen Gemengtheilen wurde das Vorkommen von Titanit schon erwähnt, welcher oft in zahlreichen scharf ausgebildeten Kryställchen in den Schlämmrückständen aufgefunden wurde; sie sind z. Th. stark getrübt und zersetzt, z. Th., so z. B. in einem Kaolin von Niederndorf, vollständig

frisch, braun und lebhaft pleochroitisch; infolge ihrer charakteristischen Form beobachtet man häufig den fast senkrechten Austritt der spitzen Bisectrix. Die Bedeutung, welche dem Vorhandensein frischer Körner von Skapolith zukommt, wurde schon in der Einleitung hervorgehoben; hier sei noch bemerkt, dass ich dieselben in vier von sieben untersuchten Kaolinproben aufgefunden habe; er ist allenthalben vollkommen frisch, findet sich aber stets in unregelmässigen, in keiner Weise krystallographisch begrenzten Körnern. Die Gründe, aus welchen ich ein theilweise, besonders in der Kaolinerde von Niederndorf in grosser Menge vorkommendes, lichtröthliches Mineral für Klinozoisit halte, sind schon mit der ausführlichen Mineralbeschreibung oben gegeben worden. Begleitet wird dasselbe im Kaolin von Griesbach von kleinen Nädelchen einer farblosen Hornblende, die z. Th. stark getrübt ist, und in besonders grosser Menge in einem Vorkommen von Pfaffenreuth auftritt. Zirkon wurde wenig gefunden, so in den Proben von Willmersdorf und vom Ranathal, in welchen auch Hussakit in frischen, prismatischen Krystallen nachgewiesen wurde; am reichsten an letzterem Mineral erwies sich eine Kaolinerde von Pfaffenreuth, in welcher ausserdem auch Rutil aufgefunden wurde. Ein Chrysoberyll mit ausserordentlich starker Dispersion fand sich im Kaolin von Rothenkreuz, und Eisenspath, welcher wohl nur secundärer Entstehung sein kann, wurde in zwei verschiedenen Proben von Willmersdorf beobachtet. In einem Vorkommniss vom Ranathal traf ich auch einen theilweise chloritisirten Glimmer, eine Beobachtung, die auch bei anderen Kaolinvorkommen wiederholt gemacht wurde; die Chloritisirung des Glimmers hängt offenbar mit einem Nebenprocess der Kaolinisirung zusammen. Für die genetischen Beziehungen der Passauer Kaoline besonders wichtig ist endlich der Nachweis von Topas, den ich auf optischem Wege ganz unzweifelhaft in den Vorkommen vom Ranathal, von Willmersdorf und von Griesbach bestimmen konnte. Da es doch wohl ausgeschlossen sein dürfte, dass derselbe ein ursprünglicher Gemengtheil des Syenits ist, so glaube ich in diesem Mineral eine der Kaolinisirung gleichzeitige Neubildung sehen zu dürfen — eine Neubildung, welche durch ihren Gehalt an Fluor darauf hinweist,

dass die zersetzenden Agentien, welche die Kaolinisirung bewirkten, neben anderen Stoffen auch Fluor mit sich führten. Für die Entstehung der Graphitlagerstätten, mit welchen, wie schon bemerkt wurde, die Vorkommnisse von Kaolin in so innigen Beziehungen stehen, dass ihre genetische Verbindung ganz unzweifelhaft ist, hat Weinschenk es wahrscheinlich gemacht, dass sie durch postvulcanische, pneumatolytische und pneumatohydatogene Processe entstanden sind. Nach Weinschenk sind es flüchtige Kohlenstoffverbindungen gewesen, die zur Graphitbildung Anlass gegeben haben, und es hat so die Annahme viel für sich, dass die bei der Zersetzung dieser Agentien entstehende Kohlensäure die Kaolinisirung des Syenits in der Hauptsache bewirkte, wofür auch das Vorkommen von Eisenspath im Kaolin spricht. Die Gegenwart von Topas aber unter den Neubildungen, welcher ja einer der häufigsten Begleiter der Zinnerzformation und der dieser zugehörigen Kaolinlager ist, beweist, dass die Processe, welche in beiden Arten von Lagerstätten sich abgespielt haben, immerhin einige Verwandtschaft miteinander besitzen.

12. Schwarzbach und Krumau in Böhmen[1].

Die Graphitvorkommen des bayrischen Waldes haben nach Osten hin zwischen Mugrau und Budweis ihre Fortsetzung. Die Unterschiede der Beschaffenheit des Graphits in beiden Lagerstätten haben mit den hier in Betracht kommenden Verhältnissen keine Beziehung. Die Kaolinlagerstätten, welche auch im böhmischen Gebiet an die Vorkommnisse des Graphits gebunden sind, treten entsprechend dem längeren Anhalten der Graphitlager selbst in mehr aushaltenden Einlagerungen auf, was gegenüber der geringen Mächtigkeit und Absetzigkeit der Passauer Lagerstätten betont zu werden verdient. Weniger klar als im Passauer Gebiet ist das Ursprungsgestein der hier vorkommenden Kaolinerde, da dasselbe einestheils im jetzt vorliegenden Zustande keine charakteristische Structur erkennen lässt, sondern eine mehr oder weniger gleichmässige dichte Masse darstellt, da anderntheils in dem böhmischen Gebiete die bei Passau so verbreiteten

[1] Weinschenk (286).

pegmatitartigen Syenite vollständig fehlen. Jedenfalls sind auch die böhmischen Vorkommen aus sehr feldspathreichen Gesteinen hervorgegangen, und die Kaolinerden beider Gegenden haben ferner eine rauhe, wenig plastische Beschaffenheit miteinander gemeinsam. Die Vorkommnisse des Böhmer Waldes wurden an mehreren Stellen, namentlich zwischen Mugrau und Schwarzbach ausgebeutet, indessen scheint der Gesammtbetrieb kein allzu bedeutender gewesen zu sein, zumal ebenso wie im Passauer Gebiet Flecken von Nontronit und Mog die Beschaffenheit des Materials ungünstig beeinflussen; doch ist im Allgemeinen im böhmischen Gebiet der Kaolin unter den Zersetzungsproducten viel mehr vorherrschend als bei Passau.

Auch die mechanische Gesteinsanalyse vermag in diesem Falle keine Hinweise auf das Ursprungsgestein der Kaolinerde zu geben, denn in zwei untersuchten Proben wurde nur stark zersetzter Titanit und braune Zersetzungsproducte, die wegen der vorkommenden Übergänge wahrscheinlich auch von diesem herrühren, gefunden.

Die Entstehung der Graphit- und damit auch der Kaolinlagerstätten des Böhmer Waldes ist wahrscheinlich die gleiche wie bei Passau.

13. Gross-Tresny in Mähren.

Nach Kovář (159) kommt auch hier als Begleiter des Graphits Kaolinerde vor, in Limonit, Kalkstein und Hämatit, und verdankt wohl denselben pneumatolytischen Processen ihre Bildung wie der Graphit; welcher Art die Agentien waren, welche die Kaolinisirung verursachten, dafür scheint der von Kovář gefundene Gehalt des Kaolins an Kohlensäure und Phosphorsäure einen Hinweis zu geben.

14. Ceylon[1].

Auf Ceylon ist in nächster Umgebung der Graphitgänge der Feldspath, und zwar in erster Linie der Plagioklas kaolinisirt, neben welchem Orthoklas und Mikroklin fast stets vollständig frisch erscheinen. Auch hier muss die Begleitung des Kaolins durch Nontronit hervorgehoben werden, der gleich-

[1] Fr. Grünling (110).

falls Pseudomorphosen nach Plagioklas bildet. Grössere Ablagerungen von Kaolin sollen in den Granuliten Ceylons vorhanden sein, Genaueres ist darüber nicht bekannt. Bemerkenswerth erscheint, dass die Verwitterung, welche in der feuchtwarmen, infolge der Meeresnähe ausserordentlich viel Salze enthaltenden Atmosphäre der Insel Ceylon zu sehr bedeutenden Tiefen hinabreicht, eine für die Tropen charakteristische Wirksamkeit entfaltet, indem dieselbe die Granulite zum sogen. Laterit umbildet, eine Veränderung, die sich hauptsächlich in einer Auslaugung der Kieselsäure und der Alkalien äussert, aber trotzdem einen von der Kaolinbildung durchaus abweichenden Verlauf nimmt, indem die schliesslichen Verwitterungsproducte, die den fertigen Laterit zusammensetzen, nicht etwa Kaolin, sondern Thonerdehydroxyde sind, welche durch Eisenoxyd eine rothe Farbe erhalten haben. Man sieht, dass auch unter diesen, für die Wirkung der atmosphärischen Agentien so ausserordentlich günstigen Verhältnissen Verwitterung und Kaolinbildung sich als durchaus entgegengesetzte chemisch-geologische Processe gegenüberstehen, von welchen die Erscheinungen der Verwitterung, wenn auch ziemlich tiefgehend, doch jedenfalls mit der Oberfläche in Verbindung stehen, während die Kaolinbildung gleichmässig in allen bis jetzt aufgeschlossenen Teufen, d. h. bis zu etwa 100 m, im Zusammenhang mit den Graphitlagern auftritt, während daneben die Hauptmasse des Gesteins vollständig frisch und unverändert erscheint, so dass schon in geringer Entfernung von den Graphitadern Orthoklas sowohl als Plagioklas ein geradezu sanidinähnliches Aussehen besitzen.

Der genetische Zusammenhang zwischen Graphit und Kaolin erscheint danach zweifellos.

f) Kaolinisirte Granite ohne Zusammenhang mit anderen Minerallagerstätten.

15. Die Kaolinlagerstätten der Gegend von Karlsbad in Böhmen.

α. Allgemeine geologische Verhältnisse[1].

Zwischen dem steil abfallenden Südrand des Erzgebirges einerseits und dem nordwestlichen Abhang des

[1] Laube (168) (169), Löwl (181), Suess (270), Hochstetter (128) u. A.

böhmischen Mittelgebirges, sowie der westlich an dieses sich anschliessenden Gebirgsglieder, des Karlsbader Gebirges und des Kaiserwalds andererseits zieht sich ein breites Thalbecken hin, für das wegen seines grossen Reichthums an Braunkohlen der Name des nordwestböhmischen Braunkohlenbeckens üblich geworden ist. Dieses wird durch die mächtigen Basaltmassen des Duppauer Gebirges in einen grossen östlichen Flügel, der hier weiter nicht in Betracht kommt, und einen westlichen, das Falkenauer Braunkohlenbecken getheilt, von welch letzterem durch eine bei Mariakulm vom Kaiserwald nach dem Erzgebirge hinübergreifende Granitzunge wiederum das Egerer Becken abgetrennt wird. Parallel dem Südrande des Erzgebirges entspringt in diesem umfangreichen Becken eine lange Reihe von Thermen und Säuerlingen, deren Vorhandensein zur Annahme einer dem Fusse des Erzgebirges parallel laufenden grossen Bruchspalte, der sogen. böhmischen Thermalspalte geführt hat; als Beweis für diese werden der südliche Steilrand des Erzgebirges, sowie der steile Nordabhang des Karlsbader Gebirges und des Kaiserwaldes angeführt, wozu ich allerdings bemerken muss, dass ich mir das Absinken so bedeutender Gebirgsmassen, wie sie Laube annimmt, ohne starke Zertrümmerung der Spaltenränder, die zur Bildung einer Reibungsbreccie führen musste, kaum vorstellen kann, wie dies auch z. B. am Pfahl im bayrischen Wald so schön, im böhmischen Gebiete aber nirgends zu beobachten ist; als weitere Beweise für diese mächtige Verwerfung führt Laube die Störungen in der älteren Braunkohlenformation an, welche gleichzeitig als Anhaltspunkte für das Alter der Spalte, nämlich mittleres Tertiär, angesehen werden; eine Thalmulde muss jedoch wohl schon vorher hier vorhanden gewesen sein, da sich eben die älteren Braunkohlenbildungen ja in derselben abgelagert haben. Von den Thermen liegt zwar keine auf der Thermalspalte selbst, die wohl längst durch Neubildungen völlig versetzt ist, doch treten alle auf Querspalten derselben auf, welche durch Quarzbrockengänge und Hornsteingänge gekennzeichnet sind, so z. B. die berühmten Karlsbader Quellen selbst.

Die Kaolinlagerstätten der Karlsbader Gegend liegen insgesammt im mittelsten der letztgenannten Becken, dem

Falkenau-Elbogener Braunkohlenbecken, und zwar im östlichsten Theile desselben. Dieses war früher wahrscheinlich nach O. offen, wurde aber um die Mitte der Tertiärzeit durch die Erhebung der gewaltigen Basaltmassen des Duppauer Gebirges, von denen sich auch Ausläufer und Vorposten im östlichen Theil des Beckens allenthalben finden, völlig geschlossen; dasselbe hat dann wohl zeitweise einen grossen Binnensee gebildet, bis sich die Eger ihr romantisches Erosionsthal durch das Basaltmassiv als Ablauf durchgesägt hatte.

Die Grundlage des Falkenauer Braunkohlenbeckens wird wie die dasselbe einschliessenden Gebirgsränder von Granit gebildet, der auch in zahlreichen kleinen Kuppen und Rücken aus den sedimentären Schichten hervorragt, und auf den sich die Glieder der Braunkohlenformation auflegen.

Alle Kaoline der Karlsbader Gegend sind durch Zersetzung des Granits entstanden, welcher hier in mannigfachen Ausbildungsformen vorkommt, die Anlass zu zahlreichen Untersuchungen[1] gegeben haben, und theilweise mit besonderen Namen belegt worden sind.

Laube unterscheidet zwei, auch zeitlich etwas getrennte Granitintrusionen. Die ältere lieferte vorherrschend Biotitgranite, welche er als „Gebirgsgranit“ bezeichnet, während dem jüngeren Ergusse vorzugsweise die „Erzgebirgsgranite“ genannten Zweiglimmergranite mit meist wohl charakterisirter „structure granulitique“ angehören. Zum ersten stellt der genannte Autor unter anderen Varietäten auch den durch seine grossen „Karlsbader Zwillinge“ ausgezeichneten porphyrischen „Elbogener Granit“, und den mehr körnige Structur zeigenden „Hirschensprunggranit“. Als Erzgebirgsgranite bezeichnet er dagegen den feinkörnigen „Kreuzberggranit“, sowie den „Karlsbader Granit“, welch letzterer aber wieder, wie schon Naumann beobachtete, mit dem Hirschensprunggranit durch zahlreiche Übergänge verbunden ist, und sich von diesem kaum trennen lässt. Alles

[1] L. v. Buch (37), Goethe (108), v. Hoff (132), Fleckles (84), Kapp (144) (145), Hlawaczek (126), v. Warnsdorff (279) (280) (281), Jokély (140), v. Hochstetter (128) (129) (130), v. Reuss (215) (216), Naumann (202), Laube (168) (169), Reyer (217) u. A.

in allem bietet sich das typische Bild, das auch sonst einheitliche Granitstöcke mit ihren mannigfaltigen Schlieren und ihren verschiedenartigen Nachschüben zeigen, das übrigens auch in diesem Gebiete stellenweise in seiner ganzen Mannigfaltigkeit überblickt werden kann, so z. B. in einem Bruch am Hutberg bei Schankau, wo ich ca. acht verschiedene Granitvarietäten, mehrere sich durchsetzende Aplitgänge eingerechnet, unterscheiden konnte. Irgend eine Ursache, mehrere, verschiedenalterige Ergüsse anzunehmen, liegt meines Erachtens nicht vor, und die zahlreichen Namen, welche für die verschiedenen Varietäten aufgestellt wurden, dienen nur dazu, den Zusammenhang derselben zu verhüllen. Im folgenden werden daher nicht diese verwirrenden Localnamen gebraucht, sondern die einzelnen kaolinisirten Granite, deren Structur in der Kaolinerde übrigens oft nur sehr schwer zu erkennen ist, als Zweiglimmer-, Biotit-Granit, Aplit, feinkörniger Gang-Granit u. s. w. bezeichnet werden.

Wie schon oben bemerkt, finden sich die Kaolinvorkommnisse vorzugsweise im östlichen Theil des Karlsbad-Falkenauer Beckens; der Kaolin ist hier zum grössten Theil auf primärer, zum kleineren auf secundärer Lagerstätte. Die wichtigsten Fundpunkte von Kaolinerde sind auf der beistehenden Karte eingezeichnet. Das bedeutendste Vorkommen ist das des Zettlitzer Hügels; östlich davon sind Gruben auf Kaolinerde bei Dallwitz und Schobrowitz. Bemerkenswerth ist, dass eine Reihe von Kaolinvorkommen auf einem langen, ONO.—WSW., also ungefähr in der theoretischen Richtung, der sogen. böhmischen Hauptthermalspalte, gerichteten Zuge liegt; derselbe beginnt bei Sodau, folgt dann vom Katzenholz bis zur Strasse von Alt-Rohlau nach Neudeck, dem südlichen Abhang des Hutberges, und findet seine Fortsetzung jenseits des scharfeingeschnittenen Erosionsthales der Rohlau bei Imligau und Poschetzau; im Zusammenhange mit diesen Kaolinlagerstätten steht wohl ein Vorkommen von völlig nontronitisirtem Granit am Hutberg, wo an einer Stelle der gesammte Feldspath des Gesteins zu Nontronit geworden ist. Unwichtigere Kaolinvorkommen sind nördlich bei Neurohlau, südlich bei Aich, Taschwitz und Horn, sowie auf dem Sachsenwerk an der Horner Strasse, wo,

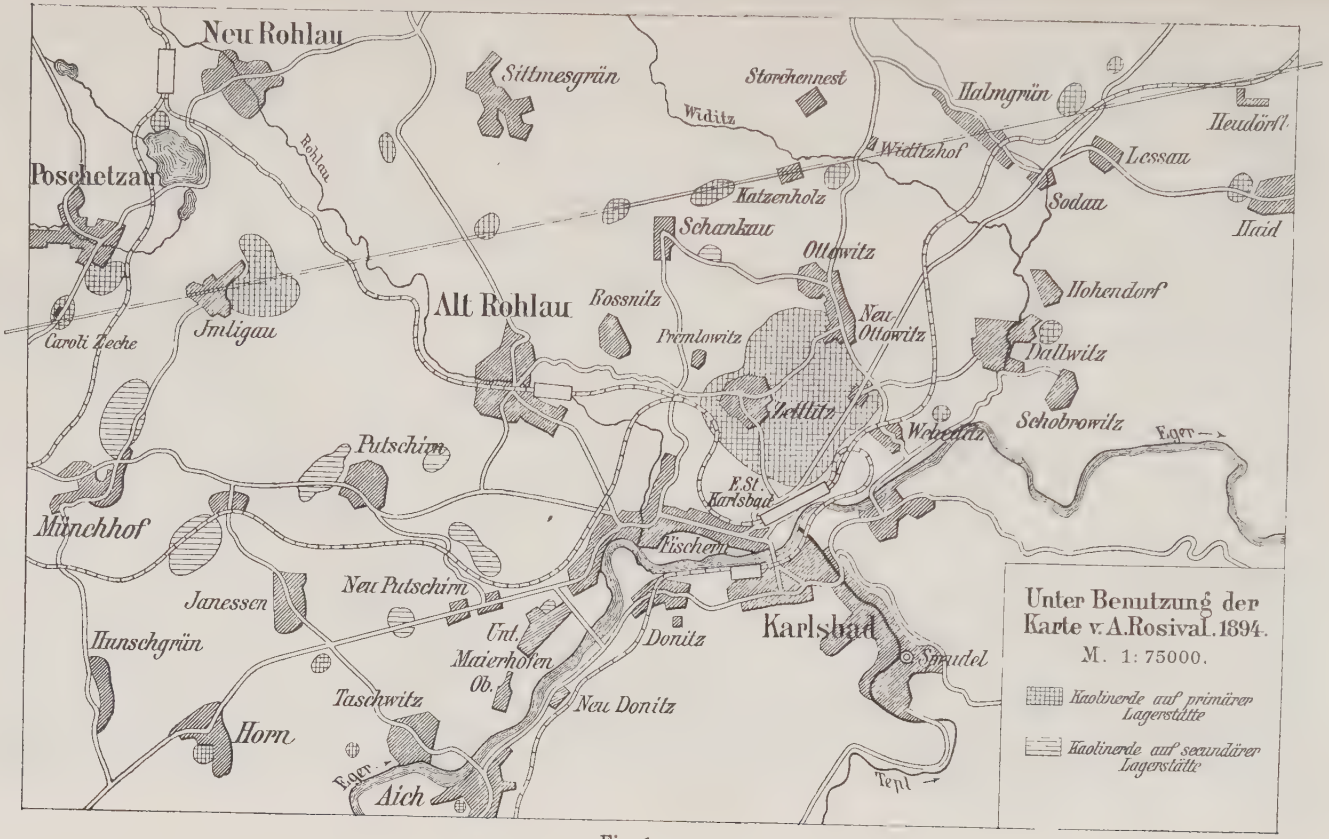
Neu Rohlau
Siltmesgrün
Storchennest
Widitz
Halmgrün
Heudörfl
Rohlau
Poschetzau
Widitzhof
Lessau
Katzenholz
Sodau
Schankau
Ottowitz
Haid
Hohendorf
Alt Rohlau
Fossnitz
Neu Ottowitz
Carol Zeche
Imligau
Premlowitz
Dallwitz
Zettlitz
Schobrowitz
Welcdau
Eger
Putschirn
F.St. Karlsbad
Münchhof
Fischern
Neu Putschirn
Janessen
Unt. Maierhofen
Ob.
Donitz
Karlsbad
Sprudel
Hunschgrün
Taschwitz
Neu Donitz
Horn
Eger
Aich
Tepl
Unter Benutzung der Karte v. A. Rosival. 1894.
M. 1: 75000.
Kaolinerde auf primärer Lagerstätte
Kaolinerde auf secundärer Lagerstätte

Fig. 1.

nach einer mündlichen Mittheilung des Herrn Schichtmeister Wild in Fischern, an einer Verwerfung unter der Braunkohlenformation ein eisenschüssiger Kaolin angefahren worden ist; ferner östlich bei Haid. Vereinzelt sind die Kaolinvorkommen zwischen Unterlomitz und Giesshübl, und von Liditzau bei Schlackenwerth. Weiter östlich soll noch bei Kaaden und Komotau, weiter westlich bei Falkenau Kaolin gefunden worden sein.

Während die Kaolinerde der ebengenannten Fundorte sich auf primärer Lagerstätte befindet, kommen Kaolinthone und Kaolinsandsteine (auf secundärer Lagerstätte) gleichfalls in der Karlsbader Gegend an folgenden Orten vor: bei Neuputschirn, Putschirn, Janessen und Münchhof bei Chodau; endlich bei Schankau.

β. Das Kaolinvorkommen des Zettlitzer Hügels.

Gegenüber der Einmündung der Tepl in die Eger erhebt sich am linken Ufer der letzteren, zwischen Altfischern und Dallwitz ein Hügelrücken, dessen Länge in ungefährer Richtung von SW. nach NO. ca. 3 km, und dessen grösste Breite etwa 2 km beträgt; seine Meereshöhe erreicht ca. 445 m, also ca. 80 m über dem Egerspiegel. Im S. am Bahnhof Karlsbad, bei Fischern, tritt dieser Hügel mit einem Steilrand nahe an die Eger heran; hier steht Granit zu Tage. dessen Plagioklas schon völlig kaolinisirt ist, obgleich das Gestein sonst ziemlich frisch erscheint. Der übrige Theil des Hügels ist ganz von Ablagerungen der jüngeren Braunkohlenformation in wechselnder Mächtigkeit bedeckt, unterhalb welcher sich allenthalben Kaolin findet. Etwa $1\frac{1}{2}$ km nordwestlich vom Bahnhof Karlsbad, an der südwestlichen Ecke des Hügels, liegt das grosse Kirchdorf Zettlitz, der alte berühmte Hauptsitz der dortigen Kaolinindustrie, deren Schlämmereien im südlich am Fusse des Hügels sich hinziehenden Rohlauthale liegen. Zettlitz selbst steht auf Kaolinerde, welche auch den Untergrund fast des ganzen Hügels bildet, auf dem die meisten und bedeutendsten Kaolingruben der ganzen Gegend liegen. Das reinste und am meisten geschätzte Material liefern in erster Linie die am südwestlichen Abhange des Hügels ganz nahe bei Zettlitz gelegenen

Gruben, nämlich in der Reihenfolge von W. nach O.: Pfarrgrube, Lorenzschacht, und Schacht „Fischers Erben". N. von Zettlitz liegen am Westrand des sich hier abflachenden Hügels: Libertasschacht, oberer und unterer Marienschacht, endlich die Excelsior- und Eleonorazeche bei Ottowitz; von letzterer nach O. liegen in einer Reihe: Kestlerschacht, Habsburgschacht und Austriatiefbau; auf den letztgenannten Schächten ist die Kaolinisirung des Granits etwas weniger vollkommen, und die Kaolinerde erscheint durch Feldspathreste sandiger. Vorübergehend sind auch kleine Haspelschächte in der Nähe des Bahnhofs Karlsbad in Betrieb gewesen.

Von charakteristischen Begleiterscheinungen, welche im ganzen Gebiete des Hügels ziemlich gleichmässig auftreten, sind zu erwähnen:

a) Die „Hornsteingänge", welche theilweise eine Mächtigkeit bis zu 15 m erreichen. Das Nebengestein derselben ist theilweise bis auf eine Entfernung von 25 m gleichfalls stark verkieselt; sie verdanken ihren Ursprung entweder der dem Feldspath des Granits bei der Kaolinisirung entzogenen, oder auch etwa secundär mit den kaolinisirenden Agentien zugeführter Kieselsäure, welche sich auf den Klüften absetzte. Bemerkenswerth ist, dass solche Gänge auch in Karlsbad selbst mehrfach vorkommen, wo auf ihnen die Thermen zu Tage treten.

b) Der „Steindeckel", welcher z. Th. aus einer $\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{2}$ m mächtigen Sandsteinschicht besteht, z. Th. aber durch lockeren Sand ersetzt wird, der wiederum manchmal durch Pyrit zu einer festen Breccie verkittet ist, die ich der Einfachheit halber als „Pyritsandstein" bezeichnen will. Auffallend ist, dass die Quarzkörner des Steindeckels in der Regel nicht abgerollt sind. Unter demselben folgt meist:

c) Das „Schlickerflötz", eine Schicht von Kaolinthon, welcher aus den unzersetzten Gesteinsgemengtheilen mehr oder weniger vollständig ausgeschlämmt ist. Darunter steht dann der kaolinisirte Granit auf primärer Lagerstätte an.

Manchmal kann eines, oder es können auch beide zuletzt genannten Gebilde fehlen, an anderen Stellen verdoppeln sie sich, endlich können sie auch in seltenen Fällen in umgekehrter

Reihenfolge auftreten. Über ihnen liegen die jüngeren Tertiärschichten, die vorzugsweise aus Letten, theilweise mit Braunkohlenflötzen bestehen, und eine sehr wechselnde Mächtigkeit besitzen. Als Beispiele mögen einige Bohrprofile hier wiedergegeben werden, welche ich den Herren Lorenz und Schichtmeister Wild verdanke (siehe Tabelle p. 300).

Die eigenthümliche Erscheinung, dass das Schlickerflötz, welches die leichteren Bestandtheile enthält, meistens unter dem Sand liegt, welcher gewöhnlich sehr grob und ganz scharf ist, und öfters noch die Krystallform deutlich erkennen lässt, der also nicht weit forttransportirt sein kann, erklärt sich wohl so, dass durch das sehr schwach bewegte Wasser des Seebeckens zuerst der „Schlicker", d. h. der Kaolin aus dem kaolinisirten Granit ausgewaschen, und in nächster Nähe, gleichfalls wieder über kaolinisirtem Gestein als „Schlickerflötz" neu abgelagert wurde, während später durch stärker fliessendes Wasser auch der anfänglich zurückgebliebene und nun kaolinfreie Quarzsand weggespült wurde und sich über dem Schlickerflötz ablagerte.

Die Mächtigkeit der Kaolinlagerstätten des Zettlitzer Hügels ist unbekannt, da dieselben im Schutzrayon der Karlsbader Thermen liegen, in welchem Bohrungen und Bergbau nur bis zum Niveau der Einmündung der Tepl in die Eger (367 m Meereshöhe) erlaubt sind. In dieser Tiefe, welche für manche Stellen eine Mächtigkeit des Kaolins bis zu ca. 50 m bedeutet, ist keinerlei Veränderung des Materials wahrzunehmen, das Gestein erscheint vielmehr in dieser Tiefe noch genau so weitgehend kaolinisirt wie in den oberen Partien.

Alle in der Literatur vorkommenden gegentheiligen Angaben sind irrthümlich, so z. B. wenn Kasai schreibt: „Nach unten geht die Kaolinerde durch die Übergangsglieder, d. h. durch die weniger vollkommen zersetzten Halbkaoline allmählich in das Muttergestein, den Granit, über." Derartige Angaben entstehen durch Selbsttäuschung infolge einer vorgefassten Meinung, und beruhen nicht auf Thatsachen, eine Beobachtung, welche man übrigens bei den meisten Beschreibungen von Kaolinlagerstätten machen kann; ja manchmal bemühen sich die Autoren, welche solche Angaben machen,

Lorenzschacht	Libertasschacht	Marienschächte	Bohrlöcher bei den Marienschächten zwischen Zettlitz und Ottowitz		Habsburgschacht	Excelsiorzeche
15,00 m Letten etc.	15,20 m Letten etc.	24,40 m Letten etc.	40,00 m Letten etc.	41,50 m Letten etc.	49,10 m Letten etc.	44,00 m Letten etc.
1,00 m loser Sand	1,00 m Sandsteindeckel					
0,50 m Pyritsandstein	2,30 m loser Sand					
2,50 m Schlickerflötz	2,50 m Schlickerflötz					
		0,70 m Pyritsandstein				
		4,30 m Letten				
		1,00 m Sandsteindeckel				
Kaolinerde	Kaolinerde					
		Kaolinerde	1,40 m Schlickerflötz	Kaolinerde		. . . Sandsteindeckel
			0,15 m Sandsteindeckel			
			Kaolinerde		1,00 m Schlickerflötz	Kaolinerde
					Kaolinerde	

die dann als neue Beweise der Richtigkeit ihrer Anschauung angesehen werden, gar nicht selbst in die Gruben, wo sie sich vom Gegentheil überzeugen könnten. So erklärt sich auch die eigenthümliche Erscheinung, dass die neueren Beschreibungen eines und desselben Kaolinvorkommens stets eine grössere Mächtigkeit desselben angeben als die älteren, ja bei manchen, so z. B. dem Karlsbader, lässt sich in wenigen Jahrzehnten in der Literatur ein scheinbares allmähliches Anwachsen der kaolinisirten Zone von ca. 5 bis auf 50 m verfolgen — was seine Erklärung darin findet, dass die meisten Geologen, welche über Kaolinvorkommen geschrieben haben oder schreiben, die jeweilig grösste erreichte Tiefe als Grenze des Kaolins gegen das unzersetzte Gestein angeben; und diese vorgefasste Meinung ist auch auf vielen Gruben so verbreitet, dass man manchmal Mühe hat, auf Grund der Bohrjournale und des Ortsbefundes das Gegentheil festzustellen, was jedoch bei fast allen Kaolinvorkommen auf primärer Lagerstätte gelingt.

Der Gehalt der Zettlitzer Kaolinerden an ausschlämmbarem Material ist schwankend, doch enthalten die besseren Qualitäten etwa 40—60 %, was für einen kaolinisirten Granit ein sehr günstiges Resultat ist.

Die Farbe des Zettlitzer Koalins ist sehr reinweiss, und besonders im südlichen Theil des Lagers sind eisenschüssige Partien selten. Wegen dieser Eigenschaft, in Verbindung mit seiner hohen Feuerfestigkeit und seiner für einen Kaolin ungewöhnlich grossen Plasticität bildet er ein ausserordentlich geschätztes Rohmaterial der keramischen Industrien, und sein Absatzgebiet umfasst einen sehr grossen Theil der mitteleuropäischen Fabriken.

Die Kaolinerde des Zettlitzer Hügels ist aus verschiedenen Granitvarietäten hervorgegangen, deren Grenzen sich jedoch meistens nur schwer feststellen lassen, da die Structur im kaolinisirten Gestein nicht leicht zu erkennen ist. Vielleicht ist ein nicht unbeträchtlicher Theil des Kaolins ursprünglich Zweiglimmergranit gewesen, doch konnte ich nur in 6 von 25 untersuchten Kaolinproben mit Sicherheit zwei Glimmer (Muscovit und Biotit) nachweisen, und auch in diesen beide nur in geringer Menge; überhaupt bildet der Glimmer in fast

allen Karlsbader Kaolinerden einen ganz untergeordneten Gemengtheil, und es scheint, als ob bei der Zersetzung des Gesteins ein grosser Theil desselben zerstört worden wäre. Ein ausgesprochener, ziemlich grobkörniger Zweiglimmergranit kommt in der Nähe des Bahnhofs Karlsbad völlig kaolinisirt vor; bei einem mittelkörnigen, welcher auf dem Lorenzschacht und der benachbarten Pfarrgrube auftritt, lassen sich an den Glimmerblättchen Zersetzungserscheinungen (Trübung) wahrnehmen. Ein anderer Zweiglimmergranit von der Einigkeitsgrube, der nicht ganz völlig kaolinisirt erscheint, ist kleinporphyrisch entwickelt. Als gangförmige Bildung lässt sich ein gleichfalls zwei Glimmer führender, sehr feinkörniger kaolinisirter Granit auf der Pfarrgrube und dem nahen Schacht „Fischers Erben" erkennen. Auf dem Lorenzschacht wurde in einer am Contact mit einem Hornsteingange stark verkieselten Kaolinerde gleichfalls neben Muscovit etwas Biotit nachgewiesen, während in 19 Proben von verschiedenen Schächten letzterer völlig fehlte. Eine Kaolinerde vom Lorenzschacht enthielt sehr viel Quarz und eine nicht geringe Menge Muscovit, und scheint aus einem gangförmig auftretenden Gestein, etwa einem Aplit hervorgegangen zu sein. Übrigens muss man sich hüten, die strichweise, und besonders in der Nähe der Hornsteingänge hervortretende secundäre starke Verkieselung einiger Kaolinpartien mit dem ursprünglichen Quarzreichthum der Aplite zu verwechseln. Gleichfalls als Umwandlungsproduct eines echten Aplites muss wohl eine feinkörnige, sehr quarzreiche Kaolinerde angesehen werden, die sich auch noch durch ihren Reichthum an accessorischen Gemengtheilen auszeichnet, und sich durch die Art ihres Auftretens als ursprünglich gangförmige Bildung zu erkennen giebt. Wenn in 6 weiteren Kaolinproben nur Muscovit und kein Biotit gefunden wurde, so darf man daraus nicht folgern, dass letzterer dem Gestein auch ursprünglich fremd war; in einem Falle wenigstens, einem mittelkörnigen kaolinisirten Granit von der Pfarrgrube, fanden sich grüne, feinschuppige, aus einem chloritähnlichen Mineral bestehende Zersetzungsproducte eines Glimmers, der wahrscheinlich ursprünglich Biotit war: auch hier ist also die Chloritisirung von Glimmer, wenn auch nur ganz unter-

geordnet, als Nebenprocess der Kaolinisirung zu beobachten. Ob ein feinkörniger, vielleicht aplitischer, kaolinisirter Granit von der Pfarrgrube ursprünglich ausser wenig Muscovit, der noch vorhanden ist, auch Biotit enthält, lässt sich nicht entscheiden, ebensowenig wie bei einem anderen, grosskörnigen derselben Grube. Dagegen erscheint es mir bei 2 verhältnissmässig ziemlich muscovitreichen Kaolinerden von der Excelsiorzeche und dem „Austria-Tiefbau" wahrscheinlicher, dass sie auch ursprünglich keinen Muscovit führten, denn beide Proben entstammen nur halbkaolinisirten Gesteinspartien, in welchen man die ursprüngliche Structur noch besser erkennen kann, und also wahrscheinlich noch Reste von Biotit, oder wenigstens Zersetzungsproducte desselben finden müsste, wenn derselbe vorhanden gewesen wäre. Gänzlich zweifelhaft ist es, ob in denjenigen Kaolinerden, welche überhaupt keinen Glimmer enthalten, derselbe nur zerstört, oder nie vorhanden gewesen ist; dies ist der Fall bei einer aus grosskörnigem Granit hervorgegangenen Kaolinerde vom Libertasschacht, einer porphyrischen und einer grosskörnigen von der Excelsiorzeche; letztere beiden werden wegen ihres geringen Kaolingehaltes von den Bergleuten als „taube Erde" bezeichnet, und scheinen ziemlich stark verkieselt zu sein; ferner gehören noch zwei andere Kaolinproben von der Excelsiorzeche, sowie je eine solche vom Habsburgschacht und von der Pfarrgrube hierher. Der wegen seines hohen Gehaltes an ausschlämmbarem Material besonders geschätzte sogenannte „braune Kaolin" führt diesen Namen wegen seiner bräunlichen, im Brande jedoch verschwindenden Färbung; er ist auch plastischer als die gewöhnliche Kaolinerde und liefert, ausgeschlämmt, den plastischsten, mir bekannten Kaolin, was seine Ursache in der grösseren Feinheit der Kaolinitschüppchen zu haben scheint, ohne dass ich jedoch einen Grund angeben kann, warum gerade diese Kaolinerde feinschuppiger ausgebildet ist als die übrigen; dieser „braune Kaolin" bildet auf der Excelsiorzeche und auf dem Lorenzschacht eine mächtige Einlagerung, und ist wahrscheinlich durch Zersetzung eines sehr feldspathreichen Pegmatitganges entstanden; während er auf dem Lorenzschacht etwas Muscovit führt, ist er auf der Excelsiorzeche ganz glimmerfrei. Ein aus-

gesprochener Biotitgranit endlich, dessen Biotit auffälligerweise noch völlig frisch erhalten ist, ist auf dem oberen Marienschacht der Kaolinbildung anheimgefallen, und untergeordnet auch auf dem Lorenzschacht, wo er stark verkieselt ist.

Bemerkt sei noch, dass man die Gestalt der Quarzkörner nur mit Vorsicht zur Bestimmung der Structur heranziehen darf, da dieselben auch in scheinbar nicht verkieselten Kaolinerden oft durch Neuabscheidungen von Quarz bei der Kaolinisirung miteinander verkittet sind, oder durch Fortwachsung ihre Form verändert haben.

Wenn man diese Untersuchungen überblickt, so erkennt man, dass im Gebiete der Zettlitzer Kaolinvorkommnisse die mannigfaltigsten Granitvarietäten: Zweiglimmergranite, Biotitgranite, Aplite und Pegmatite, stock- und gangförmige Gebilde gleichmässig kaolinisirt erscheinen. Dadurch wird Laube's Meinung, welcher die Kaolinbildung für eine seinem „Erzgebirgsgranit" eigenthümliche Erscheinung erklärte, widerlegt, denn unter den kaolinisirten Graniten finden sich auch mehrere Varietäten, welche nach Laube's Definition zum Gebirgsgranit gerechnet werden müssen.

Unter den accessorischen Gemengtheilen spielt eine grosse Rolle der Anatas, welcher gewöhnlich blau, vereinzelt auch fleckig und zonar, innen blau und aussen gelblich, gefärbt ist, meist in dünntafligen, scharfen Kryställchen, doch auch in schlechter krystallographisch begrenzten Körnern auftritt, und in acht Kaolin-Varietäten beobachtet wurde; in sieben verschiedenen Proben konnte Hussakit in scharfen Kryställchen, z. Th. von langprismatischem Habitus, nachgewiesen werden, zweimal neben Zirkon, welcher auch in zwei anderen Varietäten allein vorkommt. Monazit wurde in fünf Proben beobachtet; er ist nur selten krystallographisch gut begrenzt; wenn dies jedoch der Fall ist, so ist er sehr flächenreich entwickelt. Während die an anderen Orten häufigeren accessorischen Gemengtheile: Titanit, Titaneisen und Magneteisen nur je einmal gefunden wurden, konnte Chrysoberyll in vier verschiedenen Varietäten nachgewiesen werden, überall mit starker Dispersion. Nur ganz vereinzelt kommen Körner von Staurolith, lichtrothem Andalusit, rosa Granat und

grünem Spinell vor, von welchen nur der erstgenannte in einem Fall gute krystallographische Begrenzung zeigte, ferner deutliche Kryställchen von blassgelbem Epidot. Interessant erscheint das Vorkommen frischer, farbloser, unregelmässiger Körner von Diaspor in einer der untersuchten Kaolinerden, welcher jedenfalls bei der Kaolinbildung gleichzeitig entstanden ist.

Weitaus vorherrschend unter den ausgeschlämmten Bestandtheilen aber sind Topas, Turmalin, Schwefelkies und Eisenspath. Ersterer fand sich in farblosen, unregelmässigen Körnern, theilweise in grosser Menge, in 24 von 25 untersuchten Kaolinerden, einmal neben violettem Flussspath, und ist stellenweise zu schuppigen Aggregaten von Muscovit zersetzt; er tritt gewöhnlich etwas mehr zurück, wenn der gleichfalls in 24 Proben nachgewiesene, braune oder (seltener) blaue Turmalin an Menge zunimmt. Neben beiden wurde 16mal Schwefelkies und 7mal Eisenspath beobachtet, beide stellenweise gleichfalls in grosser Menge.

Um die Frage zu entscheiden, ob es sich bei diesen fünf Mineralien um ursprüngliche Gesteinsgemengtheile oder um Neubildungen handelt, wurden zwei Proben von den der Kaolinlagerstätte am nächsten vorkommenden frischen Graniten gleichfalls der Trennung unterworfen, und zwar ein Zweiglimmergranit von Karlsbad (sogenannter Kreuzberggranit), und ein Biotitgranit von Fischern. Obgleich sich in diesen alle anderen accessorischen Gemengtheile der kaolinisirten Gesteine wiederfanden, nämlich Anatas, Hussakit, Monazit, Magneteisen, Zirkon, Titanit und Chrysoberyll (letzterer theilweise gut auskrystallisirt), und ausserdem noch Apatit, welcher den Kaolinerden fehlt, und also wohl bei der Kaolinisirung zerstört wurde, so konnte von den oben zuletzt angeführten fünf Mineralien nichts darin gefunden werden. Allerdings ist dies kein stricter Beweis für die secundäre Entstehung dieser Mineralien, denn einige der „Erzgebirgsgranite“ Laube's sollen in geringem Maasse zinnerzführend sein, und könnten also wohl auch Topas u. s. w. enthalten. Doch dürften diese Vorkommen jedenfalls nur ganz sporadisch sein und es ist zweifellos ein hoher Grad von Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass diese in den Karls-

bader Kaolinerden in solcher Constanz und theilweise nicht unbedeutender Menge auftretenden Mineralien nicht dem Granit ursprünglich angehörten.

Sicher wird niemand bezweifeln, dass der Eisenspath eine Neubildung und gleichzeitig mit der Kaolinisirung entstanden ist. Seine Gegenwart lässt darauf schliessen, dass Kohlensäure unter den kaolinisirenden Agentien vorhanden war.

Turmalin tritt ausser in feiner Vertheilung auch in Butzen und Adern im Kaolin auf; diese Vorkommen zeigen die radiale Structur der „Turmalinsonnen“ und tragen alle Charaktere einer nachträglichen Spaltenausfüllung an sich, so dass sie als Neubildungen angesehen werden müssen. Ihre Beziehung zur Kaolinisirung ist eigenartig und sehr auffällig; diese schwarzen, oft gleichzeitig etwas Pyrit führenden Turmalin-Flecken und -Adern, welche von den Bergleuten die „Blume“ genannt werden, gelten als Anzeichen für die beste, d. h. an ausschlämmbarem Materiale reichste Kaolinerde; in der That kann man sich auch überzeugen, dass überall da, wo diese Turmalinadern auftreten, das Gestein am vollkommensten kaolinisirt ist. Diese Beobachtung stellt wohl die enge genetische Beziehung des Turmalins zum Kaolin ausser Zweifel und die Art der Turmalinvorkommen beweist, dass die kaolinisirenden Agentien auf Klüften kamen und dass auch Fluor und Borsäure an ihrer Zusammensetzung theilnahmen.

Pyrit und z. Th. Markasit treten gleichfalls ausser in feiner Vertheilung im kaolinisirten Gestein selbst, und als Begleiter der Turmalinadern auch in grösseren Knollen und endlich gangförmig auf, letzteres z. B. auf dem Libertasschacht, wo ein solcher Gang, 20 cm stark, sich auf grössere Entfernung verfolgen lässt. Seine Gegenwart im Kaolin ebenso wie in den Braunkohlenflötzen führte Hochstetter (128) zu der Anschauung, dass der Granit „infolge der Einwirkung der Wasserbedeckung zur Zeit der Braunkohlenformation“ zersetzt worden sei, d. h. dass der Schwefelkies der Braunkohlen z. Th. durch die Einwirkung des Wassers oxydirt worden sei, die so gebildete Schwefelsäure oder schwefelige Säure sei dann in das darunter liegende Gestein eingedrungen und habe dasselbe kaolinisirt, sich dann wieder reducirt und von neuem

in Gestalt von Schwefelkies abgesetzt. Gegen diese Anschauung spricht, dass die Kaolinvorkommen von Zettlitz gar nicht durchgehends von Braunkohlen bedeckt sind, während sich an anderen Stellen der gleichen Gegend unter den Schwefelkies führenden Braunkohlenschichten zweifellos frischer Granit befindet. Es bleiben bei Hochstetter's Theorie aber auch die zweifellosen Neubildungen von Turmalin und auch von Eisenspath unerklärt, von denen erstere z. Th. ebenso zweifellos mit einem Theil des Schwefelkieses, mit dem sie auf Adern zusammen verwachsen vorkommen, gleichzeitig gebildet sein müssen. Die Häufigkeit des Pyrits nicht nur im Zettlitzer, sondern auch in sehr vielen anderen Kaolinvorkommen lässt darauf schliessen, dass Schwefelverbindungen eine Rolle bei der Kaolinisirung gespielt haben; am wahrscheinlichsten sind dieselben wohl in der Form der ziemlich leicht reducirbaren schwefeligen Säure oder des Schwefelwasserstoffes vorhanden gewesen, doch lässt sich hierüber mit Sicherheit nichts sagen. Um das Verhalten der schwefeligen Säure gegen die accessorischen Gemengtheile der kaolinisirten Granite zu prüfen, von denen der Apatit bei der Kaolinbildung offenbar zerstört wird, während andere, sonst ziemlich leicht zersetzbare, wie der Monazit erhalten bleiben, wurden abgewogene pulverisirte Mengen der beiden genannten Mineralien mit schwefliger Säure in Flaschen luftdicht verschlossen, und fünf Monate, unter öfterem Umschütteln, bei gewöhnlicher Temperatur stehen gelassen. Nach dieser Zeit zeigte sich, dass von 3 g wasserhellem, nicht zu fein pulverisirtem Apatit von der Knappenwand 2,71 g gelöst worden waren, d. i. 93,33 %, während nur der gröbste Theil des Pulvers ungelöst geblieben war. Vom frischen Monazit aus Nordcarolina war in der gleichen Zeit und unter denselben Verhältnissen überhaupt nichts gelöst worden. Dieses Verhalten der schwefligen Säure stimmt gut mit den an dem kaolinisirten Gestein gemachten Beobachtungen überein.

Was endlich den Topas anbelangt, so lässt sich für denselben ein sicherer Nachweis, dass er als Neubildung aufgefasst werden muss, nicht führen, ebensowenig wie für den ihn an einer Stelle begleitenden Flussspath. Doch ist seine Beziehung zum Turmalin unverkennbar; wo letzterer vor-

waltet, tritt der Topas zurück, und umgekehrt. Gleichzeitig lässt sich beobachten, dass vorwiegend turmalinführende Gesteine vollkommener kaolinisirt sind als die Partien, welche nur wenig Turmalin und mehr Topas enthalten. So ist das im südwestlichen Theil der Kaolinlagerstätte vorkommende Material das reichste an ausschlämmbarem Kaolin, und gerade dort sind die Turmalinadern am häufigsten, während der Topas zurücktritt; letzterer herrscht dagegen in dem weniger vollständig kaolinisirten Gestein des nordöstlichen Theils des Kaolinlagers vor. Wenn der Topas und ebenso der Flussspath Neubildungen sind, was mir nach meinen Untersuchungen wahrscheinlich scheint, dann hätte auch Fluor eine bedeutendere Rolle unter den kaolinisirenden Agentien gespielt.

Nach der chemischen Beschaffenheit und der Art des Vorkommens dieser fünf Mineralien lässt sich demnach vermuthen, dass es auf Klüften von unten aufsteigende Agentien waren, welche die Kaolinisirung herbeiführten, sowie dass an der Zusammensetzung derselben Kohlensäure, Borsäure, Schwefelverbindungen, und wahrscheinlich auch Fluor theilnahmen.

Stellenweise kommt im Kaolin des Zettlitzer Hügels auch Nontronit, und zwar in Pseudomorphosen nach Feldspath, vor; das Hervortreten des Nontronits neben Kaolin ist besonders an einzelnen gleichzeitig stark verkieselten Partien auf dem Lorenzschacht, welche deshalb nicht abgebaut werden, sowie an einer Kaolinvarietät vom Habsburgschacht, und an einem kaolinisirten Biotitgranit vom oberen Marienschacht zu beobachten. In den erstgenannten Fällen hat wohl neben der Concentration von Kieselsäure gleichzeitig eine solche von Eisen stattgefunden, das vielleicht wie jene dem kaolinisirten Gestein entzogen, möglicherweise aber auch secundär zugeführt ist; dieser hohe Eisengehalt hat dann wohl in den betreffenden Partien Anlass zur Bildung von Nontronit statt von Kaolin gegeben. In den beiden anderen Fällen kann ich keine befriedigende Erklärung geben. Manchmal scheint es, dass die wechselnd bald blasser, bald lebhafter gelbgrün gefärbten Pseudomorphosen nach Feldspath innige Gemenge von Kaolinit- und Nontronit-Substanz in wechselnden Verhältnissen darstellen.

Was endlich die horizontale Ausdehnung des Zettlitzer Kaolinlagers betrifft, so geht dasselbe, wie auf dem Lorenzschacht und dem „Austria-Tiefbau", also im Südwesten und Nordosten des Hügels gefunden wurde, in horizontaler Richtung allmählich in frischen Granit über. Nordwestlich, auf der Excelsiorzeche, fallen die auf der Kaolinerde liegenden Braunkohlenflötze scharf nach Westen ein, bezw. legen sich in der Mulde auf die hier scharf in dieselbe einfallende Kaolinerde auf, so dass in dieser Richtung eine Grenze des Kaolinlagers gegen frisches Gestein bis jetzt noch nicht beobachtet werden konnte; als Curiosum stellt sich dabei heraus, dass auf der Excelsiorzeche von einer Sohle Kaolinerde und Kohle gefördert werden.

Das Zettlitzer Kaolinvorkommen bildet im unzersetzten Granit ein grosses Nest, dessen Mächtigkeit nach der Tiefe zu nicht bekannt ist, bei 50 m aber noch keine Änderung erkennen lässt, und dieses Maass also jedenfalls beträchtlich übersteigt. In horizontaler Richtung finden sich durch theilweise kaolinisirte Gesteine Übergänge in frischen Granit, der im ganzen Umkreis an der Oberfläche ebenso wie da, wo er von Braunkohlenflötzen überlagert ist, zwar öfters stark verwittert ist, aber keine Kaolinbildung erkennen lässt. Auch innerhalb dieses Nestes wechselt der Grad der Kaolinisirung vielfach, und zwar unabhängig von der grösseren oder geringeren Tiefe; am vollkommensten ist die Umwandlung in der Nähe der Turmalinadern.

γ. Die Kaolinlager bei Schobrowitz und Dallwitz.

Das Kaolinvorkommen von Schobrowitz ist weit untergeordneter; es wird von zwei Gruben, „Hutschenreuther" und „Dietz", abgebaut. Der an dieser Stelle kaolinisirte Granit war theils grosskörnig, theils porphyrisch ausgebildet, und entspricht zum Theil dem Laube'schen „Gebirgsgranit". Von Glimmer lässt sich in der Kaolinerde nur Muscovit nachweisen, und theilweise fehlt auch dieser. Von accessorischen Gemengtheilen wurden in zwei Proben von den obengenannten Gruben gefunden: Anatas, Rutil, Titaneisen, Zirkon, Hussakit (zum Theil in grosser Menge, und infolge beginnender Zersetzung theilweise bräunlich und getrübt), farbloser Granat

und Dumortierit mit kräftigem Pleochroismus in Blättchen und Nadeln; ausserdem Topas neben Pyrit und Turmalin, welch letzterer hier vorherrscht; diese drei zuletztgenannten Mineralien scheinen ebenso wie bei den Zettlitzer Vorkommnissen als Neubildungen aufgefasst werden zu müssen, welche mit der Kaolinbildung gleichzeitig entstanden sind und darauf schliessen lassen, dass dieselbe durch pneumatolytische Processe, unter deren Agentien Borsäure, Fluor und Schwefelverbindungen eine Rolle spielten, veranlasst wurde. Auch dieses Kaolinvorkommen bildet ein Nest im frischen Granit, dessen Mächtigkeit nach der Tiefe unbekannt, dessen horizontale Erstreckung aber nur beschränkt ist, während der umgebende Granit zwar mehrfach stark verwittert ist, aber keine Kaolinisirung zeigt.

Auch bei Dallwitz ist mehrfach Kaolinerde gegraben worden.

δ. Liditzau bei Schlackenwerth.

Bei Liditzau in der Nähe von Schlackenwerth, nahe dem Fusse des Erzgebirges und von den übrigen Vorkommen der Karlsbader Gegend ziemlich entfernt, wird gleichfalls Kaolinerde gegraben, welche hier wiederum ein vereinzeltes Nest in frischem Granit darstellt. Sie ist aus einem mittelkörnigen Zweiglimmergranit hervorgegangen, und enthält noch frischen Biotit und Muscovit. In einer Probe von der Grube „Brandl" wurden viel trübe, bräunliche Zersetzungsproducte gefunden, welche theilweise in getrübte, durch Zersetzung bräunlich gefärbte Kryställchen von Xenotim übergehen, und daher wohl aus diesem entstanden sind; letzterer ist meist prismatisch ausgebildet. Daneben treten wiederum Turmalin und Topas auf, welche auch hier wahrscheinlich als Neubildungen aufgefasst werden müssen, die mit der Kaolinbildung gleichzeitig entstanden sind, und dann dieselben Rückschlüsse auf die Ursachen der Kaolinisirung und die dabei thätigen Agentien gestatten, wie dies schon beim Zettlitzer Vorkommen ausführlicher besprochen wurde.

ε. Kaolinerde am Abhang des Hutberges bei Schankau.

Wie aus der früher mitgetheilten Kartenskizze hervorgeht, und schon oben gezeigt worden ist, liegt ein Theil der

Kaolinlagerstätten der Karlsbader Gegend auf einem langen Zuge, der anfänglich dem Fusse des Hutberges folgt und sich jenseits des Rohlau-Thales in gerader Linie bis Poschetzau fortsetzt.

Während die zwischen Katzenholz und Schankau liegenden Kaolinerden dieses Zuges meist ziemlich stark verwaschen und verunreinigt sind, und nördlich der Strasse von Schankau nach Ottowitz in einer Sandgrube sogar ein auf secundärer Lagerstätte befindlicher Kaolinthon ansteht, kommt am Abhang des Hutberges im Walde links des Weges von Schankau nach Sittmesgrün eine Kaolinerde vor, die die Structur eines grosskörnigen Granites noch deutlich erhalten zeigt. Durch einen Brunnenschacht der Karlsbader Wasserleitung ist derselbe aufgedeckt worden, während über Tage nur Gerölle von unzersetztem Granit und Granitgrus, ohne Kaolinbildung, sichtbar sind. Glimmer fehlt dieser Kaolinerde völlig, welche neben, zum Theil infolge Zersetzung bräunlich gefärbtem und getrübtem Hussakit sehr viel Topas und Turmalin enthält; letzteren beiden Mineralien kommt wohl hier wiederum dieselbe Bedeutung zu wie bei Zettlitz u. s. w. besprochen. Hervorzuheben ist noch, dass auch dieses Kaolinvorkommen in nächster Nähe von frischem Granit, der hier in grossen Brüchen gewonnen wird, sich befindet, und nur ein kleines Nest darstellt. Die allenthalben in der Nähe sichtbaren Verwitterungsproducte des Granits sind nur ein rostiger Grus, ohne eine Spur von Kaolinisirung.

Gleichfalls auf diesem Zuge liegen die

ζ. Kaolinvorkommen bei Imligau.

Hier ist die Kaolinerde nur von wenige Meter mächtigen Lettenschichten bedeckt, und zeigt gleichfalls noch die granitische Structur erhalten; ihre Mächtigkeit nach der Tiefe ist unbekannt; sie wird hier nur in geringerem Maasse mittelst kleiner Haspelschächte ausgebeutet. Neben Hussakit enthält dieselbe noch als accessorische Gemengtheile frische, lichtrothe, unregelmässig geformte Körner von Andalusit, sowie Blättchen und Nadeln von Dumortierit mit dem bekannten lebhaften Pleochroismus. Im Übrigen treten auch hier Topas und Turmalin als Begleiter des Kaolins auf,

die über die Art der Umwandlung des Gesteins in Kaolinerde Aufschlüsse geben.

Das Kaolinvorkommen bei Imligau ist ziemlich ausgedehnt; in seinem Umkreis findet sich aber auf allen Seiten wiederum frischer Granit, in welchen es in horizontaler Richtung überzugehen scheint.

η. Kaolinthon von Münchhof bei Chodau.

In der Mitte der von Braunkohlenbildungen ausgefüllten Mulde kommen, wie schon erwähnt, Kaoline auf secundärer Lagerstätte vor, so bei Putschirn, Janessen und bei Münchhof in grösserer Ausdehnung. Am letzteren Orte befindet sich ein grosser Tagebau auf den hier, wie an den beiden anderen genannten Orten, als Chamottethon verwendeten Kaolinthon. Auf eine ca. $1\frac{1}{2}$ m mächtige sandige Lettenschicht mit Kohlenstreifen folgt hier ein fester Sandstein mit Streifen von feuerfestem Thon, der selbst nur wenig Kaolin enthält; darunter liegt ein sehr kaolinreicher, stellenweise aber eisenschüssiger Kaolinthon, der ca. 20 m mächtig ist und deutliche Schichtung erkennen lässt; unter demselben liegen gelbe Braunkohlenletten. Auch hier kommen Knollen von Schwefelkies im Kaolinthon vor, doch sind dieselben oft stark oxydirt und stellenweise ganz in Limonit umgewandelt. Es wurden eine reinere weisse Probe, und eine stark verunreinigte, ziemlich eisenschüssige, der mechanischen Gesteinsanalyse unterworfen; beide enthielten noch ziemlich viel Quarzkörner, und die zweite auch Muscovit in nicht unbedeutender Menge, während die erstere frei davon war. Von accessorischen Gemengtheilen wurden Hussakit und Zirkon in grosser Menge in beiden Proben beobachtet, und zwar in der verschiedenartigsten Ausbildung, rein pyramidale und langprismatische Formen, sowie alle Übergänge zwischen beiden Typen nebeneinander; der Hussakit ist meist bräunlich und getrübt, und erscheint überhaupt stark zersetzt, eine Erscheinung, welche bei Kaolinthonen mehrfach beobachtet werden konnte; es scheint, dass der Hussakit, welcher in den kaolinisirten Gesteinen auf primärer Lagerstätte fast stets noch völlig frisch ist, und höchstens in den obersten, den Einflüssen der Verwitterung ausgesetzten Partien zersetzt er-

scheint, also offenbar durch die kaolinisirenden Agentien nicht angegriffen wird, den verwitternden Einflüssen bei längerem Wassertransport, wie ihn die Kaolinthone erlitten haben, nicht widerstehen kann; in den Kaolinsandsteinen, wo er nur kürzere Zeit dem Wassertransport und der Verwitterung ausgesetzt war, ist er meist noch völlig frisch, und nur da, wo die Kaolinerden direct an der Erdoberfläche liegen, und also den Tagewässern freien Zutritt gestatten, ist er gleichfalls stellenweise stark zersetzt. Von sonstigen accessorischen Gemengtheilen wurden in den Münchhofer Kaolinthonen gefunden: ziemlich viel blauer Anatas, meist in krystallographisch gut begrenzten, dünnen Täfelchen, gelber Monazit, violblauer Korund und Titaneisen; ein gleichfalls hier auftretendes farbloses Mineral, dessen genauere Beschreibung früher gegeben wurde, kann vielleicht mit Phenakit identificirt werden.

9. Ursprung und Entstehung der Kaolinvorkommen der Karlsbader Gegend.

Zur Erklärung der Entstehung der Karlsbader Kaolinvorkommen wird, wie überall, am häufigsten die Verwitterung herangezogen. Betrachten wir daher zunächst die Verwitterungserscheinungen der in der Umgebung auftretenden Granite genauer, so muss auffallen, dass die Kaolinlagerstätten fast sämmtlich in einer grossen Thalmulde, dem Karlsbad-Falkenauer Braunkohlenbecken, liegen, während in dem umgebenden ausgedehnten Granitgebiet nirgends Kaolinerde vorkommt. In dieser Thalmulde sind die Kaolinvorkommnisse jedoch nicht gleichmässig vertheilt, und treten auch durchaus nicht an den tiefstgelegenen Punkten auf, sondern concentriren sich einestheils auf einen langen geraden Streifen, und andererseits auf den Zettlitzer Hügel, während ausserdem nur vereinzelte kleine Nester von Kaolinerde auftreten. Das erste, was wir erkennen müssen, ist also, dass die Kaolinvorkommen nur ganz locale Erscheinungen sind, welche innerhalb der einen Thalmulde, in welcher sie liegen, keine Abhängigkeit von Höhenunterschieden zeigen. Wegen dieses rein localen Auftretens glaubte Laube, dass die Kaolinbildung eine dem „Erzgebirgsgranit“ eigenthümliche Verwitterungserscheinung

sei, eine Anschauung, deren Unrichtigkeit schon Kasai (147) gezeigt hat, und die durch meine Untersuchungen gleichfalls als irrthümlich erwiesen ist, da die verschiedenartigsten Granitvarietäten kaolinisirt vorkommen, darunter auch solche, welche nach Laube's Definition zum „Gebirgsgranit" gehören; die Kaolinisirung kann also keine einer Granitvarietät eigenthümliche Erscheinung sein. Sieht man sich nun die vielfach zu beobachtende normale Verwitterung der Granite der Karlsbader Gegend genau an, so erkennt man, dass dieselbe wie überall mit einer mechanischen Auflockerung und Zerkleinerung des ganzen Gesteins beginnt, und schliesslich zur Bildung von schmutzig rostbraunem Grus führt; dabei wird zuerst der Biotit ausgebleicht, und das diesem entzogene Eisen ertheilt dem Grus seine Färbung; während die Feldspäthe anfänglich unzerstört bleiben, werden dieselben später gleichfalls angegriffen, und zwar nimmt ihr Gehalt an Kalk und Natron ab, während der Kaligehalt erhalten bleibt; dieser Zersetzung durch Verwitterung unterliegt zuerst der Feldspath der Grundmasse, während die Einsprenglinge noch lange unzerstört bleiben und sich häufig, wie die berühmten „Karlsbader Zwillinge", selbst in der Ackererde noch unzersetzt vorfinden. Diese Verwitterungszone kann mehrere Meter Mächtigkeit erreichen, wie z. B. bei Aich, aber niemals ist eine Spur von Kaolinisirung darin wahrzunehmen, und niemals reicht die Verwitterung des Granits bis zu solchen Tiefen, wie sie bei den Kaolinlagern beobachtet werden.

Vergleichen wir mit diesem normalen Verwitterungsprocess, der überall in der Karlsbader Gegend und bei den verschiedenartigsten Granitvarietäten gleichmässig zu beobachten ist, den Process der Kaolinisirung, der sich an halbkaolinisirten Graniten, wie sie z. B. in der Nähe des Bahnhofs Karlsbad vorkommen, verfolgen lässt, so fällt zunächst auf, dass der Kaolinisirung keinerlei mechanische Auflockerung vorangeht, sowie dass dieselbe zuerst die Einsprenglinge von Plagioklas ergreift; dies wird bewiesen durch das Vorkommen eines im Übrigen völlig frischen und festen Granits am obengenannten Fundorte, dessen Plagioklaseinsprenglinge gänzlich kaolinisirt sind. Bemerkenswerth ist, dass die normale Verwitterung dieses in beginnender Kaolini-

sirung befindlichen Granits nicht etwa zu weiterer Fortsetzung der Kaolinbildung führt, sondern vollständig dem oben zuerst beschriebenen Verwitterungsprocess folgt, indem das Gestein durch den Einfluss der Atmosphärilien zu einem rostigen Grus zerfällt; daraus schon erkennt man, dass die Kaolinisirung der Feldspatheinsprenglinge nicht beginnende Verwitterung ist, sondern in einem anderen intensiveren chemischen Process ihren Grund haben muss.

Dass dieser chemische Process nicht in dem Einfluss des in den Braunkohlenflötzen auftretenden Schwefelkieses begründet sein kann, wie Hochstetter glaubte, ist schon oben angeführt worden.

Eine andere Theorie hat Kasai (147) aufgestellt; dieser ging zunächst von der Annahme aus, dass die Kaolinerde nach der Tiefe allmählich in frischen Granit übergehe, eine Erscheinung, welche, wie früher gezeigt, nirgends beobachtet worden ist. Durch diesen Glauben jedoch kam er zu der Überzeugung, es könnten nur von oben wirkende Agentien gewesen sein, welche die Kaolinisirung hervorgerufen hätten. Da nun die Kaolinerde des Karlsbader Beckens allenthalben nur unter den jungtertiären Gebilden beobachtet ist — bis unter die hier überhaupt nur wenig entwickelte ältere Braunkohlenformation ist man hier bisher überhaupt kaum vorgedrungen —, so schloss er daraus, dass die Kaolinbildung nach der Ablagerung der älteren, aber vor derjenigen der jüngeren Braunkohlenformation erfolgt sei, um dieselbe Zeit also wie die grossen Basalteruptionen des Duppauer Gebirges stattfanden, in welchen Kasai die Ursachen der Kaolinisirung suchte; da als erwiesen angesehen werden muss, dass damals die Gegend der heutigen Kaolinvorkommen unter Wasser stand, so glaubte er, dass dieses Wasser durch die Basalteruptionen stark erwärmt worden sei, und in Verbindung mit von den Vulcanen ausgeschleuderten und ins Wasser gelangten starken chemischen Agentien die Kaolinisirung bewirkt habe. Gegen diese Anschauung lässt sich in erster Linie vorbringen, dass wir gar nicht wissen, ob nicht auch unter den Gliedern der älteren Braunkohlenformation Kaolinerde vorkommt, da es an Aufschlüssen mangelt; des Weiteren aber erscheint es sehr fraglich, ob die Basalteruptionen wirklich im Stande

waren, das Wasser in solchem Umfange und Grade zu erhitzen, wie Kasai annimmt. Es fehlt Kasai an jedem Beweis für seine Theorie; die von mir nachgewiesenen, oben genauer beschriebenen Neubildungen dagegen sprechen gegen dieselbe, so dass mir die Vergesellschaftung der Kaolinlagerstätten mit den Basaltvorkommnissen an dieser Stelle viel eher zufällig zu sein scheint.

Es ist aus der Art des Vorkommens der Neubildungen in der Kaolinerde schon oben der Schluss gezogen und begründet worden, dass dieselben von Klüften des Gesteins aus wirkten, wie auch das Verhalten der Kaolinlager selbst es wahrscheinlich macht, dass die Agentien aus der Tiefe kamen. Es waren wohl aus der Tiefe aufsteigende heisse Dämpfe und Lösungen, welche die intensive Umwandlung des Granits herbeigeführt haben; diese Agentien kamen auf den heute durch die Hornsteingänge ausgefüllten mächtigen Spalten empor und verbreiteten sich auf den jetzt von den Pyrit- und Turmalinadern eingenommenen Klüften in dem Gestein. Auf das ehemalige Vorhandensein und den Zusammenhang mit einer grossen Spalte weist auch die Anordnung eines Theils der Kaolinlagerstätten zu einem langen geradlinigen Zuge hin.

Schon in früherer Zeit ist die Vermuthung aufgestellt worden, dass die Kaolinvorkommnisse der Karlsbader Gegend mit den Thermen in Zusammenhang ständen, und erst neuerdings ist dies von Rosival (221) behauptet und begründet worden. Wenn jedoch Rosival die Karlsbader Thermalspalte bis nach Zettlitz fortgesetzt wissen will, so ist er selbst nicht im Stande, auch nur den geringsten Beweis dafür vorzubringen, und eine rein willkürliche persönliche Vermuthung als Behauptung aufzustellen, erscheint doch unzulässig; ebensogut könnte er eine Verlängerung der Spalte auch nach der entgegengesetzten Richtung, nach dem Teplthale zu annehmen, oder eine Verlängerung bis Sittmesgrün u. s. w., wo doch nirgends etwas davon zu bemerken ist. Aber auch andere Gründe sprechen dagegen, dass die Karlsbader Thermen in ihrer heutigen Gestalt die Kaolinbildner gewesen sind. Durch Hochstetter (131) und Knett (153) ist zwar gezeigt worden, dass der auch in den Kaolinlagerstätten auftretende Pyrit als Absatz der Karlsbader Thermen vorkommt, und dass ferner

auf den Spalten, aus welchen die Thermen hervorquellen, Neubildungen von Eisenspath und selbst eine schwache Kaolinisirung des Granits auf den Kluftflächen einer die Spalte theilweise ausfüllenden Granitbreccie zu beobachten sind. Aber eben die Thatsache, dass die Kaolinbildung trotz der günstigen Bedingungen hier nur ausserordentlich schwach ist und keine nennenswerthe Umgestaltung hervorgebracht worden ist, muss als Beweis dafür angesehen werden, dass die Karlsbader Thermen in ihrer heutigen Zusammensetzung die ausgedehnten Kaolinlagerstätten nicht hervorgebracht haben können. Auch sind Turmalin und Topas, sowie Flussspath, die in den Kaolinvorkommen eine fast überall so wichtige Rolle als Neubildungen spielen, niemals als Absätze der Karlsbader Thermen beobachtet worden, wenngleich letztere einen geringen Gehalt an Fluor aufweisen.

Wenn es also als ausgeschlossen erachtet werden muss, dass die Karlsbader Thermen in ihrer heutigen Beschaffenheit die Kaolinvorkommen gebildet haben können, so ist doch eine gewisse Verwandtschaft zwischen denselben und dem Auftreten der kaolinisirenden Agentien nicht zu leugnen. Diese Verwandtschaft wird noch vermehrt durch die engen räumlichen Beziehungen beider zur „böhmischen Haupt-Thermalspalte", deren Richtung dem oben mehrfach erwähnten Streifen von Kaolinvorkommen zwischen Sodau und Poschetzau parallel läuft, während die Karlsbader Thermen auf einer Querkluft dazu, der sogenannten „Karlsbader Thermalspalte", entspringen.

Es ist schon oben dargelegt worden, dass die Kaolinbildung wahrscheinlich pneumatolytischen Processen ihren Ursprung verdankt, welche wohl als postvulcanische Erscheinungen aufzufassen sind. Da dieselben nun keinerlei Beziehungen zu den Basalteruptionen erkennen lassen, so ist eine Verbindung derselben mit ihnen wenig wahrscheinlich. Wenn Kapp's (145) Beweise stichhaltig sind, dass die Hornsteingänge, welche doch zweifellos in engen genetischen Beziehungen zu den Kaolinvorkommen stehen und mit diesen gleichzeitig entstanden sind, älter sind als die Basalteruptionen, so erscheint ein derartiger Zusammenhang sogar völlig ausgeschlossen. Es scheint vielmehr am wahrscheinlichsten, dass

die kaolinisirenden Processe im Gefolge der Graniteruption selbst auftraten. Nun ist es aber der Lage und Anordnung der Kaolinlagerstätten nach als sicher anzunehmen, dass sie in Beziehung zur „böhmischen Thermalspalte" stehen, d. h. diese selbst ist ursprünglich durch der Graniteruption folgende Processe gebildet worden, und alle heute noch in ihrem Bereich auftretenden Thermen und Säuerlinge sind nur die unbedeutenden Reste früherer, viel bedeutenderer Gebilde dieser Art, welche meist, wie die Kaolinbildner selbst, mit der Zeit nachgelassen haben und schliesslich ganz verschwunden sind. Haben wir doch für ein allmähliches Nachlassen an Intensität für manche Thermen in historischer Zeit Beweise und können es für die übrigen mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen. So erklärt sich auch, dass die heutigen Thermen und Säuerlinge nicht auf der Hauptthermalspalte selbst liegen, welche in früheren Zeiten wohl der Schauplatz intensivster Thätigkeit war, aber längst von Neubildungen völlig versetzt sein muss, sondern auf Seitenspalten und Ausläufern. Gleichzeitig hat eine allmähliche Erniedrigung der Temperatur und damit eine Abnahme der Lösungsfähigkeit und der Intensität der Wirkung dieser Thermen und Säuerlinge stattgefunden, damit zusammenhängend auch eine allmähliche Veränderung der Zusammensetzung, was theilweise vielleicht auch damit zusammenhängt, dass das Bassin, welchem die ursprünglichen Bestandtheile entstammten, später durch Neubildungen oder vulcanische Processe mehr und mehr von der Spalte abgeschnitten wurde, und dass das Nebengestein der Spalten, aus welchen die Thermalwässer heute hervorquellen, eine etwas andere Zusammensetzung hat, als das der früheren Hauptspalte, so dass mit der Abnahme der Lösungsfähigkeit auch zugleich die gelösten Substanzen andere geworden sind.

Zwischen den Kaolinlagerstätten und den Karlsbader Thermen besteht jedenfalls nach diesen Ausführungen kein directer Zusammenhang, wenngleich beide ursprünglich der „böhmischen Thermalspalte" ihre Entstehung verdanken und aus ähnlichen Processen hervorgegangen sind. Da das Gestein, welchem die Karlsbader Thermen entquellen, nur geringe Spuren von Kaolinisirung aufweist, so sind die-

selben wohl erst entstanden, als die Wässer der grossen Hauptthermalspalte keine kaolinbildenden Agentien in grösserem Maassstabe mehr enthielten, bezw. keine intensive Kaolinbildung mehr hervorrufen konnten — sie sind also in ihrer heutigen Beschaffenheit jünger als die Kaolinlagerstätten. Demnach erscheint die Befürchtung, dass die Karlsbader Thermen durch den Kaolinbergbau beeinflusst werden könnten, als unbegründet, — eine Besorgniss, welche auch in der Beschaffenheit der Wässer in den Kaolingruben, die reine kalte Tagewässer wie auf allen anderen Gruben sind, keine Stütze findet.

16. Oberlohma bei Franzensbad in Böhmen.

Die Kaolinvorkommnisse von Oberlohma scheinen, einer Probe nach zu urtheilen, welche mir von dort zuging, sich auf primärer Lagerstätte zu befinden, und stammen wohl zweifellos aus Granit. Die Kaolinerde ist ziemlich weiss, theilweise aber etwas eisenschüssig, und lässt die anscheinend mittelkörnige granitische Structur noch erkennen, mit vielen Quarzkörnern. Glimmerartige Bestandtheile sind wenig vorhanden, und zwar wurde nur etwas Muscovit beobachtet; der grösste Theil des Glimmers scheint zersetzt zu sein, und zwar theils zu Chlorit, theils zu einem glimmerartigen, gelben, schuppigen, optisch einaxigen und negativen Mineral, dessen genauere Bestimmung nicht möglich ist. Als Neubildungen sind vielleicht wenige, frische, unregelmässige, farblose Körnchen von Diaspor anzusehen, wahrscheinlich auch der braune Turmalin, welcher in grösserer Menge auftritt, ferner der Topas, und jedenfalls der Eisenspath.

Die Neubildung der drei letztgenannten Mineralien lässt darauf schliessen, dass an der Zusammensetzung der kaolinisirenden Agentien Fluor, Borsäure und Kohlensäure Theil genommen haben, sowie dass der Umwandlungsprocess ein weit intensiverer war, als ihn die normale Verwitterung hätte hervorbringen können. Bemerkenswerth erscheint, dass auch diese Kaolinlagerstätte sich in der Thalmulde befindet, welche der sogenannten „böhmischen Thermalspalte“ folgt. Da hier dieselben Neubildungen sich finden wie in der Karlsbader Gegend, so ist wohl auch die Bildungsweise eine ähnliche gewesen.

17. Das Kaolinvorkommen in der Schmellitz (Schmelz) bei Tirschenreuth in der Oberpfalz.

Etwa 1 km südöstlich von Tirschenreuth geht in einer Granitkuppe ein ziemlich grosser Tagebau auf Kaolinerde um, welch letztere geschlämmt wird; der Kaolin findet hauptsächlich in der Papierindustrie Verwendung, während die vorzugsweise aus Quarz und Feldspathresten bestehenden, weissbrennenden Schlämmrückstände in Tirschenreuth selbst bei der Porcellanfabrikation gebraucht werden, für welche der ausgeschlämmte Kaolin nicht plastisch genug ist. Die Kaolinerde, welche sich hier auf primärer Lagerstätte befindet, ist zum grössten Theil rein weiss, z. Th. jedoch auch etwas eisenschüssig und stellenweise durch Streifen und Flecken von Manganoxyden (Mog) verunreinigt. Er lässt die Structur des grosskörnigen Zweiglimmergranits, aus dem er entstanden ist und der in der Umgebung der Kaolinlagerstätte in weiter Verbreitung frisch vorkommt, noch deutlich erkennen. Das Kaolinvorkommen der Schmellitz bildet ein vereinzeltes Nest, in dessen näherer Umgebung trotz der Verbreitung desselben Granits, aus welchem die Kaolinerde in der Schmellitz entstanden ist, kein zweites Kaolinlager bekannt ist; inwieweit ein genetischer Zusammenhang mit den Kaolinlagerstätten von Schönhaid und Kornthann bei Wiesau besteht, von denen die letztere durch die Zersetzung eines ganz ähnlichen Granits entstanden ist, lässt sich bei der nicht unbedeutenden Entfernung derselben nicht nachweisen.

Die Kaolinerde wird in der Schmellitz von einer unregelmässigen, ca. $\frac{1}{2}$—2 m mächtigen Schicht von Kies und Sand bedeckt, in welcher grosse Gerölle von Quarz, Hornfels u. s. w. vorkommen, die theilweise auch bis zu 1 m tief in die Kaolinerde selbst eingesunken sind, deren oberste Partien überhaupt stark verschlämmt und verunreinigt sind, eine Erscheinung, welche bei fast allen an die Oberfläche tretenden Kaolinvorkommnissen beobachtet werden kann. In nächster Nähe des Kaolinlagers ist durch Aufgrabungen ein zu sandigem Grus zersetzter Hornfels aufgedeckt worden. Die Kaolinerde zeigt auch in der grössten durch Bohrungen erreichten Tiefe von 25 m keine Veränderung in der Beschaffenheit. Sie wird von Turmalinadern durchzogen, welche grobkörnige Structur

besitzen und namentlich reich an grossen Muscovitblättern sind, die man daher wohl für schmale Pegmatitgänge halten kann. Ein gleichfalls in der Kaolinerde auftretender Quarzgang, welcher bilateral symmetrische Structur zeigt und vielleicht der aus dem kaolinisirten Gestein weggeführten Kieselsäure seinen Ursprung verdankt, ist von Schnüren und unregelmässigen Streifen von Mog begleitet. Die glimmerigen Beimengungen, an welchen der Kaolin sehr reich ist, bestehen vorzugsweise aus Muscovit, doch kommt anscheinend auch ausgebleichter Biotit darunter vor, wie die ausserordentliche Kleinheit des optischen Axenwinkels bei manchen Glimmerblättchen zu beweisen scheint. Von den Feldspäthen ist nur der Mikroklin erhalten geblieben, welcher durch die Frische seiner Körner die schwere Zersetzbarkeit dieses in so vielen Kaolinvorkommen noch ganz frischen Minerals von Neuem zeigt. Turmalin findet sich ausser in den schon besprochenen pegmatitischen Adern auch in der Kaolinerde selbst in grosser Menge, in braunen und blauen Varietäten, während er einer zum Vergleiche ebenfalls untersuchten Probe von unzersetztem Granit von der Structur der Kaolinerde und aus deren nächster Nachbarschaft völlig fehlt, so dass er also mit einigem Recht als der Kaolinisirung gleichzeitige Neubildung angesehen werden darf. Ein lichtrothes Mineral, welches in ungewöhnlich grosser Menge ausser in der Kaolinerde und in den pegmatitischen Adern auch im unzersetzten Granit gefunden wurde, konnte nach seinen früher beschriebenen optischen Eigenschaften als Andalusit bestimmt werden. Während die eben genannten Mineralien sich in allen drei verschiedenen, der mechanischen Gesteinsanalyse unterworfenen Kaolinproben fanden, wurden Titaneisen und blaue Krystallkörnchen von Anatas nur je zweimal beobachtet; im unzersetzten Granit wurde Magneteisen gefunden. Zirkon wurde nur in einer Kaolinvarietät beobachtet, Hussakit nur im unzersetzten Granit, in diesem neben Monazit und Apatit, welche beiden Mineralien der Kaolinerde gleichfalls fehlen; der letztere, der im frischen Granit fast nie fehlt und im kaolinisirten nirgends nachgewiesen werden konnte, ist wahrscheinlich bei der Kaolinisirung zerstört worden. In je einer Kaolinprobe wurden noch grüner Spinell, farblose Nadeln von Sillimanit

und Chrysoberyll beobachtet, welch letzterer in verschiedenen, theilweise krystallographisch ganz gut begrenzten Körnchen, die aus ein und derselben Probe stammten, sehr wechselnde, aber stets ausserordentlich starke Dispersion zeigte. Als der Kaolinisirung gleichzeitige Neubildung endlich muss wohl zweifellos der nur in einer Probe gefundene Eisenspath angesehen werden.

Bei der Frage nach der Entstehung der Kaolinlagerstätte in der Schmellitz muss vor Allem berücksichtigt werden, dass dieselbe wiederum ein ganz vereinzeltes Nest bildet, in welchem die Zersetzung bis zu grosser Tiefe in intensivster Weise stattgefunden hat, während die normale Verwitterung desselben, in der Umgebung weit verbreiteten Granits, aus welchem der Kaolin hier entstanden ist, zu einem sandigen Grus, aber nicht zu Kaolin führt. Verwitterung ist also als Entstehungsursache ausgeschlossen, doch lässt sich nicht sicher entscheiden, welche andere locale Gründe die Kaolinbildung veranlasst haben. An der Zusammensetzung der Agentien scheint Kohlensäure Theil genommen zu haben, wofür die Neubildung von Eisenspath spricht, und vielleicht auch Borsäure und Fluor, da wohl auch der Turmalin in der Kaolinerde als Neubildung aufgefasst werden muss. Da eine Abhängigkeit von der Oberfläche nicht zu bemerken ist, so ist es wahrscheinlich, dass die kaolinbildenden Agentien aus der Tiefe kamen, und demnach scheint es sich um pneumatolytische Processe zu handeln.

18. Das Kaolinvorkommen (Kapselerde) von Schönhaid bei Wiesau (Oberpfalz).

Am westlichen Ausgang des Dorfes Schönhaid liegen am Abhang eines flachen Hügels grosse Tagebauten auf Kaolin, der von hier ungeschlämmt als „Kapselerde“ versandt wird und ein wegen seiner Plasticität sehr gesuchtes Material zur Chamottefabrikation darstellt. Die Entscheidung, ob sich die Kaolinerde hier auf primärer oder secundärer Lagerstätte befindet, erscheint auf den ersten Blick nicht leicht, da die obersten Partien der unter einer ca. 1—3 m mächtigen, unregelmässigen Decke von Kies und Sand liegenden Kaolinerde stark mit dem Abraum verschlämmt sind, welcher auch öfters bis ca. 8 m tiefe Taschen bildet: an solchen Stellen vermindert

sich die Mächtigkeit des Kaolinlagers bedeutend, zuweilen bis auf ca. 1 m, während dieselbe im Maximum bis zu ca. 14 m beträgt. Die reine, unverschlämmte Kaolinerde zeigt ausgesprochen granitische Structur, befindet sich also unzweifelhaft auf ursprünglicher Lagerstätte; der in der Umgebung ziemlich weit verbreitete sehr grosskörnige Zweiglimmergranit, welcher in der Schmellitz bei Tirschenreuth und in Kornthann auch kaolinisirt auftritt, kann jedoch hier nicht das Material zur Kaolinbildung geliefert haben, da seine Structur eine andere ist; vielmehr haben wir es hier mit einem anderen, mittelkörnigen Granit, vielleicht einem Aplit zu thun; ob derselbe in der dortigen Gegend, die nicht arm an verschiedenen Granitvarietäten ist, auch in frischem Zustande vorkommt, ist mir nicht bekannt geworden. Die Kaolinerde wird unterlagert von einer grauen, sandig-thonigen Masse, welche, wie durch Bohrungen festgestellt ist, bei gleichbleibender Beschaffenheit eine Mächtigkeit von über 15 m besitzt; bei dieser Tiefe mussten die Bohrungen eingestellt werden, weil die lockere Masse infolge des Gebirgsdruckes die Bohrlöcher immer wieder zuschwemmte. Diese sandig-thonige Masse zeigt bei genauerer Betrachtung deutlich die Structur der in der Nähe ziemlich verbreitet vorkommenden Hornfelse, und ist also aus diesen, auf ursprünglicher Lagerstätte, durch einen intensiven, der Kaolinisirung des Granits analogen und offenbar gleichzeitigen Zersetzungsprocess hervorgegangen, durch welchen der Cordierit und Andalusit der Hornfelse in eine thonige Substanz umgewandelt wurden, während Quarz und Biotit erhalten blieben.

Die Art des Kaolinvorkommens bei Schönhaid, dessen Tektonik die umstehende Profilskizze veranschaulicht, macht es wahrscheinlich, dass die Abbaue sich in einer durch Abrasion freigelegten grösseren Granitlinse bewegen, welche zusammen mit den sie umgebenden contactmetamorphischen Hornfelsen einer intensiven Zersetzung unterlegen ist. Der kaolinisirte Granit und der zersetzte Hornfels bilden ein ziemlich kleines Nest in unzersetzten gleichartigen Gesteinen, deren normale Verwitterungsproducte keinen Kaolin enthalten. Ein Streifen von zersetztem Hornfels zieht sich von Schönhaid westlich durch den Staatswald, in dem er durch

Bohrungen, theilweise von einer ziemlich dünnen Schicht stark verschlämmter, unreiner Kaolinerde bedeckt, festgestellt worden ist, bis nach der Kaolingrube bei Kornthann hin, mit der so eine Verbindung hergestellt wird.

Die Kaolinerde von Schönhaid enthält keinen Glimmer; ob letzterer schon ursprünglich dem vielleicht aplitischen Granit fehlte, oder ob er bei der Kaolinisirung des Gesteins vollkommen zerstört wurde, ist nicht mehr zu erkennen. Mikroklin in geringer Menge ist hier, wie allenthalben, in der Kaolinerde noch völlig frisch erhalten. Nach Art, Menge und Grössenverhältnissen der accessorischen Gemengtheile konnten durch die mechanische Gesteinsanalyse zwei wenig

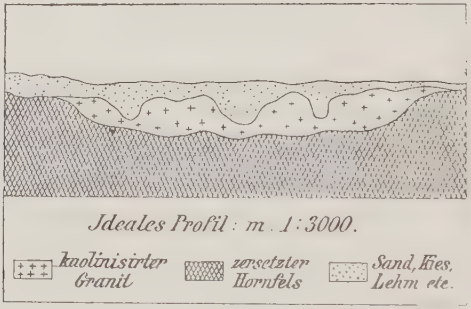

Fig. 2.

verschiedene Varietäten festgestellt werden; bei der ersten derselben sind die accessorischen Gemengtheile zum grössten Theil ausserordentlich winzig und bestehen aus zahlreichen Kryställchen von Zirkon und Hussakit, wenig Magnetit und viel Rutil; die zweite Varietät enthält sehr viel Magnetit, daneben Anatas, wenige langnadelige Krystalle von Hussakit und Rutil mit lebhaftem Pleochroismus: E rauchgrau > O graugelb. Als Neubildungen, die wohl gleichzeitig mit der Kaolinisirung entstanden und für deren Erklärung wichtig sind, müssen wahrscheinlich der Topas und vielleicht auch der braune Turmalin aufgefasst werden, welche beide in geringer Menge in der Kaolinerde auftreten.

Für die Bestimmung des Alters der Kaolinlagerstätte sind keine Anhaltspunkte vorhanden. Dass der intensive Zersetzungsprocess, dem hier der Granit und sein Contactgestein

ausgesetzt gewesen sind, nicht auf die verwitternden Einflüsse der Atmosphärilien zurückgeführt werden kann, geht schon daraus hervor, dass das Vorkommen ein vereinzeltes Nest in nicht kaolinisirtem Gestein darstellt, dessen Verwitterungsproducte ganz andere sind, — noch mehr aber aus der Thatsache, dass die, wie in der Nähe beobachtet werden kann, so ausserordentlich schwer verwitternden Hornfelse hier bis zu bedeutender Tiefe völlig zersetzt sind; dabei ist ferner auffällig, dass der Biotit, mit dessen Zersetzung sonst die Verwitterung beginnt, im völlig zersetzten Hornfels noch ganz frisch erhalten ist. Für die Erklärung der Kaolinbildung können hier also nur locale Ursachen geltend gemacht werden, als welche wohl nur von Klüften aus wirkende gas- und dampfförmige Agentien in Betracht kommen, die entweder infolge der Graniteruption selbst oder vielleicht der grossen Basalteruptionen in der Nachbarschaft bei Wiesau und sonstiger vulcanischer Thätigkeit auftraten. Wichtig für diese Art der Erklärung scheint vor Allem das Vorkommen von Topas, der, ähnlich wie bei der Bildung der Zinnerzlagerstätten, hier wohl als Neubildung infolge pneumatolytischer und pneumatohydatogener Processe angesehen werden muss und dessen Gegenwart gegen die Annahme spricht, dass die Kaolinbildung im Gefolge der Basalteruptionen auftrat, so dass die Kaolinisirung wohl richtiger als eine postvulcane Erscheinung im Gefolge der Graniteruption selbst aufgefasst werden muss.

19. Kaolinvorkommen (Kapselerde) von Kornthann bei Wiesau (Oberpfalz).

Das Material, welches in der Grube zu Kornthann, einem Tagebau von ca. 6 m Tiefe gefördert wird und das im Naturzustand wie jenes von Schönhaid als Kapselerde in den Handel kommt, zeigt in seiner ganzen Structur so deutlich die Beschaffenheit des ursprünglichen Granites, dass man mit Sicherheit sagen kann, dass die Kaolinerde hier auf primärer Lagerstätte auftritt. Der Habitus des zersetzten Gesteines weist auf einen grosskörnigen Granit als Ursprungsmaterial hin, ähnlich demjenigen, welcher auch in der Schmellitz bei Tirschenreuth der Kaolinisirung anheimgefallen ist. Grobkörniger Zweiglimmergranit von derselben Structur und Korn-

grösse findet sich in der Umgebung in weiter Verbreitung, meist nicht allzu frisch, aber stets nur mit den Anzeichen der normalen Verwitterung, welche mit Rostbildung an den Biotitflecken beginnt und mit dem Zerfall zu einem bräunlichen Grus endigt; Kaolinbildung lässt sich in diesen verwitterten Gesteinen nirgends nachweisen und scheint auf das vereinzelte Nest beschränkt zu sein, in welchem eben die Kapselerde gegraben wird. Jedenfalls ist diese ringsum von nicht kaolinisirtem Granit umgeben, und nur bei Schönhaid findet sich ein zweites Nest von Kaolinerde, welches mit diesem in genetischem Zusammenhang zu stehen scheint, aber aus einem anderen Granit hervorgegangen ist.

In dem kaolinisirten Granit trifft man ferner zahlreiche Butzen einer grauen, sandig-thonigen Masse, welche noch deutlich die Structur der in der Umgebung auftretenden Hornfelse aufweisen, und die nach ihrem ganzen Vorkommen nur als ursprüngliche Hornfelseinschlüsse im Granit zu deuten sind. Was aber auf den ersten Blick schon die Lagerstätte als eine primäre zu erkennen gestattet, das sind zahlreiche Adern von Turmalin, die sich sehr vielfach verzweigen und verästeln und das Gestein nach allen Richtungen durchsetzen. Diese Adern stehen nicht in Verbindung mit Bildungen, welche man als pegmatitische Gänge ansehen könnte, wie solche in der sonst analogen Lagerstätte in der Schmellitz in so typischer Weise auftreten, vielmehr durchsetzen sie als völlig selbständige Gebilde in fein verästelten Adern das ganze Nest von Kaolinerde, und fehlen ausserdem dem nicht kaolinisirten Granit, so dass ein Zusammenhang dieser Adern mit der Kaolinbildung nicht zweifelhaft erscheint; dazu kommt, dass dieselben einen nicht geringen Gehalt an Eisenspath aufweisen, der in kleinen rundlichen Concretionen massenhaft eingewachsen ist.

Bis zu welcher Tiefe hier der Granit kaolinisirt ist, lässt sich nicht feststellen wegen des starken Grundwassers, welches ein Tiefergehen in dem Tagebau nicht gestattet. Angeblich soll die Kaolinerde auch hier von demselben grauen, thonigen Sand unterlagert werden wie bei Schönhaid, der sich als thoniges Zersetzungsproduct eines Hornfelses erwies. Bei Kornthann selbst konnte ich infolge Mangels an Aufschlüssen nicht persönlich diese Unterlage beobachten. Wahrscheinlich

ist es, dass das Kaolinlager von Kornthann in einer durch Abrasion aufgeschlossenen linsenförmigen Graniteinlagerung aufsetzt, deren contactmetamorphische Umgebung gleichfalls intensiven Zersetzungsprocessen ausgesetzt war.

Bei der mechanischen Gesteinsanalyse wurden eine Reihe accessorischer Mineralien aus dieser Kaolinerde isolirt. Ausser dem Turmalin, der die Hauptmasse des Rückstandes bildet und in braunen und blauen Varietäten auftritt, ist vor allem der schon erwähnte Gehalt der Turmalinadern an Eisenspath bemerkenswerth. Dazu kommt Andalusit in unregelmässigen röthlichen Körnern, wie schon beschrieben, der hier in viel geringerer Menge auftritt als in der Schmellitz, ferner Hussakit in scharfen, oft deutlich pseudohemimorphen Kryställchen, etwas Zirkon und Magneteisen, endlich ein vereinzeltes, etwas getrübtes Korn von Chrysoberyll, der von den in anderen Kaolinerden beobachteten Varietäten sich durch etwas schwächere Dispersion unterscheidet.

Über den Zeitpunkt, in welchem die Kaolinisirung stattthatte, ist kein näherer Anhaltspunkt zu gewinnen. Dass es sich nicht um einen durch die Einwirkung der Atmosphärilien hervorgebrachten Verwitterungsprocess handeln kann, lässt sich mit voller Sicherheit verfolgen, obgleich das Lager nicht bis zu grösserer Tiefe aufgeschlossen ist. Die Art des Vorkommens in einem isolirten Nest innerhalb eines Granitterritoriums, dessen Gesteine genau den gleichen Charakter aufweisen, wie derjenige, welcher hier der Kaolinisirung anheimgefallen ist, spricht im Zusammenhang mit dem Fehlen jeder Kaolinbildung in den stark verwitterten Gesteinen der weiteren Umgebung definitiv gegen diese Annahme. Ob nun vorherrschend die in nicht allzugrosser Entfernung auftretenden Basalteruptionen die Agentien geliefert haben, welche die vollständige Umwandlung des Granites hervorbrachten, ob mehr in den zahlreichen Turmalinadern sich die Wege der umbildenden Processe verfolgen lassen, kann zweifelhaft scheinen; doch müssen diese Turmalinbildungen, welche, wie schon bemerkt, den nicht kaolinisirten Gesteinen fehlen, in erster Linie als genetisch mit der Kaolinbildung zusammenhängend aufgefasst werden, so dass man wohl nur an gas- und dampfförmige Substanzen und an heisse Lösungen denken kann,

welche wahrscheinlich im Gefolge der Granitintrusion selbst oder aber einer späteren vulcanischen Thätigkeit irgendwelcher Art aus der Tiefe emporstiegen, von den Klüften aus im Nebengestein sich verbreiteten und dieses auslaugten. Auf den Adern, auf denen die Agentien aus der Tiefe emporstiegen, haben sich mit Hilfe derselben Mineralneubildungen eingestellt, von welchen der Turmalin auf das Vorhandensein von Fluor und Borsäure, der Eisenspath auf dasjenige von Kohlensäure hinweisen. Die Gegenwart von Turmalin als Neubildung macht es unwahrscheinlich, dass diese Processe im Gefolge der Basalteruptionen auftraten, und scheint mehr darauf hinzuweisen, dass die Kaolinisirung eine Folgeerscheinung der Graniteruption selbst war.

20. Das Kaolinvorkommen der Haingrün bei Markt-Redwitz in Oberfranken.

Das Kaolinlager der Haingrün wurde früher mittelst Tiefbau auf der sogen. Laturuszeche abgebaut und der ausgeschlämmte Kaolin fand zur Porcellanfabrikation Verwendung, doch sind die Abbaue schon seit 6 Jahren aufgelassen; leider ist inzwischen auch der Schacht zu Bruch gegangen, so dass mir ein genaueres Studium des interessanten Vorkommens unmöglich war. Die Kaolinerde befindet sich hier auf primärer Lagerstätte und ist aus Granit gebildet; das auffallende und wohl einzigartige Interesse des Vorkommens liegt aber darin begründet, dass der Kaolin hier grösstentheils von einer angeblich ca. 20 m mächtigen Decke von Basalttuff überlagert ist. Der Schacht ist in horizontaler Richtung ca. 300 m von der Grenze des Tuffs gegen den Granit entfernt, welch letzterer allenthalben in der Umgebung völlig frisch oder zu einem rostigen Grus verwittert, aber niemals kaolinisirt erscheint. Das Kaolinvorkommen bildet ein ganz vereinzeltes Nest im unzersetzten Gestein.

Petrographisch lassen sich zwei Kaolinvarietäten unterscheiden; die eine ist durch ihre weisse Farbe ausgezeichnet und aus einem Zweiglimmergranit entstanden, da in der Kaolinerde noch Muscovit und frischer Biotit zu finden sind. Von accessorischen Gemengtheilen enthält sie Kryställchen von Hussakit, ferner Magneteisen, sowie viel braunen

Turmalin und Topas, der stark zu muscovitähnlichen schuppigen Aggregaten zersetzt erscheint; die beiden letztgenannten Mineralien sind jedenfalls Neubildungen, die Nebenproducte der Kaolinisirung darstellen und Fingerzeige für eine Erklärung der Entstehung des Kaolinlagers bieten können.

Die zweite Varietät scheint gleichfalls aus einem Granit hervorgegangen, doch enthält die Kaolinerde keinen Glimmer mehr; dieselbe ist gelb gefärbt und wurde anscheinend darum nicht verwerthet. Sie enthält massenhaft gelbe Körner eines Zersetzungsproductes, das wegen seines Titangehaltes wohl als Leukoxen bezeichnet werden kann. Von accessorischen Gemengtheilen enthält diese Kaolinerde noch wenig Zirkon und ziemlich viel Anatas; interessant erscheint wiederum das Auftreten einiger Körner von Topas, welcher wohl als Neubildung aufzufassen ist.

Ob die engen räumlichen Beziehungen, in denen die Kaolinerde hier zum Basalt steht, auf einen genetischen Zusammenhang mit diesem schliessen lassen, oder ob dem in der Kaolinerde vorkommenden Turmalin und Topas als vermuthlich mit der Kaolinisirung gleichzeitigen Neubildungen mehr Bedeutung beizumessen ist, muss als zweifelhaft angesehen werden. Jedenfalls lässt sich aber sagen, dass Verwitterung nicht die Ursache der Kaolinbildung sein kann, da das Vorkommen ein ganz vereinzeltes Nest darstellt und die Verwitterung der in der Umgebung verbreiteten Granite nirgends zur Kaolinbildung führt. Auch ist bemerkenswerth, dass der Biotit, mit dessen Ausbleichung überall die Verwitterung des Granits beginnt, in der Kaolinerde noch völlig frisch erhalten ist.

Möglicherweise besteht ein Zusammenhang zwischen Kaolinbildung und Basalt nur insofern, als letzterer bei seiner Eruption sich an schon vorhandene Spalten anschloss, auf denen früher, vielleicht im Gefolge der Graniteruption selbst, die kaolinisirenden Agentien in Gestalt von Dämpfen und heissen Lösungen gekommen waren.

21. Die Kaolinvorkommen der Insel Bornholm[1].

Die Kaolinlager der Insel Bornholm sind auf einen kleinen Raum in der Nähe von Rönne beschränkt und werden hier

[1] Forchhammer (88) (89), Winkel (290), Seger (256), Johnstrup (138), Cohen und Deecke (42).

an zwei Stellen, bei Rabekkegaard und bei Buskegaard mittelst grosser Tagebauten ausgebeutet. Der Kaolin, welcher ausgeschlämmt und zum grössten Theil ins Ausland, besonders nach Russland versandt und meistens zur Papierfabrikation verwendet wird, ist durch Zersetzung von Granit entstanden und befindet sich noch auf primärer Lagerstätte; den Granit durchsetzende Gänge von Pegmatit und Diabas sind gleichfalls völlig kaolinisirt, und zwar ist der letztere zu einem grünlichen Thon geworden. Die Mächtigkeit der Kaolinlagerstätte ist ausserordentlich schwankend und stellenweise überhaupt nicht bekannt. Eine merkliche Veränderung der Qualität mit der Tiefe scheint nach den mir vorliegenden Proben aus verschiedenen Tiefen und den Angaben von Johnstrup nicht stattzufinden, wenngleich wohl die Kaolinerde hier wie überall in grösserer Tiefe nicht so stark von den Tagewässern durchdrungen und aufgeweicht ist und daher dort härter und fester erscheint. Der Kaolin von Bornholm ist theils rein weiss, theils blassrosa gefärbt, wie der Orthoklas, aus dem er entstanden ist, und die Menge des ausschlämmbaren Materials ist ziemlich gross. Ich hatte Gelegenheit, acht verschiedene Kaolinproben von Bornholm zu untersuchen, je vier von Buskegaard und von Rabekkegaard: unter denselben zeigten eine grobkörnige, drei mittelkörnige und zwei feinkörnige Structur, eine der letzteren mit grossen kaolinisirten Feldspatheinsprenglingen; eine Probe von Buskegaard gehörte wohl einem Aplit und eine andere einem Pegmatit an. Auch Verkieselung des ganzen Gesteins, wahrscheinlich durch Ausscheidung der dem Feldspath bei der Kaolinisirung entzogenen Kieselsäure, kommt vor, und derselben Ursache verdanken jedenfalls auch die in der Kaolinerde aufsetzenden Quarzgänge zum grossen Theil ihre Entstehung.

Sämmtliche untersuchten Kaolinproben sind reich an Titaneisen, das z. Th. zu Leukoxen zersetzt ist und neben dem stellenweise auch Magnetit auftritt. Gelbbraune, krystallographisch nur sehr schlecht begrenzte Körner von Rutil wurden nur in zwei Varietäten von Rabekkegaard beobachtet. Hussakit tritt in allen acht untersuchten Proben auf, z. Th. in nicht geringer Menge und meist neben Zirkon, welcher von ihm in nebeneinanderliegenden, annähernd gleichdicken

Kryställchen sofort durch die niedrigeren Interferenzfarben zu unterscheiden ist, während man im Habitus der scharf ausgebildeten Kryställchen keinen Unterschied beobachten kann. Pyrit, welcher nach Cohen und Deecke einen häufigen Gemengtheil der Bornholmer Granite bildet, fand sich in sechs Kaolinproben, z. Th. in ansehnlicher Menge, und wurde auch in oktaëdrischer Ausbildung beobachtet. Einmal, im grobkörnigen kaolinisirten Granit von Rabekkegaard, wurde röthlicher Andalusit in wenigen unregelmässig begrenzten Körnern nachgewiesen, und in derselben Probe auch farblose Nädelchen von Sillimanit; in der gleichen Varietät fanden sich vereinzelte, nur wenig zersetzte Körner von Plagioklas, vielleicht Albit. Als ein Zersetzungsproduct von Titaneisen oder Rutil, mit denen er zusammen vorkommt, ist wohl der in einer feinkörnigen Kaolinerde von Rabekkegaard in blauen Kryställchen auftretende Anatas zu betrachten. Als der Kaolinisirung gleichzeitige Neubildung muss jedenfalls der in fünf Proben, theilweise in sehr grosser Menge gefundene, in unregelmässigen, gerundeten, erbsengelben Körnern auftretende Eisenspath, und vielleicht auch der nur in einer Probe vereinzelt beobachtete, nach seinen optischen Eigenschaften aber sicher bestimmte Topas aufgefasst werden.

Bei der Beurtheilung der Ursachen der Kaolinbildung muss man berücksichtigen, dass die Bornholmer Kaolinlager auf ein vereinzeltes und räumlich sehr eng begrenztes Vorkommen beschränkt sind, während die normale Verwitterung in dem ganzen übrigen Granitmassiv der Insel nirgends zu Kaolin geführt hat, obwohl das Gestein dem ursprünglichen des Kaolinvorkommens ausserordentlich nahe verwandt und theilweise identisch ist. Es lässt sich nicht verstehen, wie dieselben Processe an einer Stelle eine so weitgehende Umwandlung des Gesteins, mit Neubildungen von Eisenspath, bis zu so grosser Tiefe hervorbringen konnten, während sie in nächster Nachbarschaft dasselbe Gestein kaum merklich zu verändern vermögen. An normale Verwitterung als Ursache der Kaolinisirung ist deshalb nicht zu denken. Cohen und Deecke suchten in weitgehenden Spaltenbildungen den Grund zu finden, warum die verwitternden Einflüsse der Atmosphärilien hier so intensiv gewirkt hätten, mussten aber selbst

zugeben, dass an anderen Stellen, wo für das Vorhandensein einer Zerklüftung dieselben Anzeichen vorhanden sind, keine Kaolinisirung stattgefunden hat. Mir scheint daher die Meinung Forchhammer's das Richtige zu treffen, welcher auf Spalten von unten aufsteigende heisse Lösungen und Dämpfe als Urheber der Kaolinisirung annahm.

22. Die Kaolinlagerstätten in Schonen[1].

Schonen ist reich an Kaolinlagerstätten, welche dem dortigen Granit, der von einigen Autoren auch als Gneiss bezeichnet worden ist, ihr Dasein verdanken. Sie finden sich theilweise noch auf primärer Lagerstätte, wie bei Mjölkalånga und Djurröd, theils auf secundärer, und zwar ist nach Lundgren, Lindström und Eichstädt die Kaolinerde z. Th. durch Gletscher, welche sich über kaolinisirtes Gestein fortbewegten, forttransportirt und dann in den Moränen wieder neu abgelagert worden, so bei Hör. Djupadal, Långhult, Föringtoftö, Snälleröd u. a. m. Lindström hat gezeigt, dass alle Kaolinvorkommen in Schonen auf einem ca. 48—54 km langen, 11—16 km breiten Streifen liegen.

Die auf primärer Lagerstätte befindlichen Kaolinvorkommen bilden vereinzelte Nester im frischen, unzersetzten Granit und ihre Mächtigkeit nach der Tiefe ist unbekannt; dieselben zeigen auch keine Abhängigkeit von Höhenunterschieden der Oberfläche. Das Ursprungsmaterial ist ein sehr feldspathreicher Granit, bei Djurröd ist es Biotitgranit. Nach Lindström ist ein häufiger Begleiter der Kaolinerde der Kalkspath, welcher dann wohl bei der Kaolinisirung des Gesteins aus dem weggeführten Kalkgehalt der Feldspäthe gebildet worden ist.

Ich hatte Gelegenheit, drei Proben von Kaolinerde aus Schonen zu untersuchen, deren makroskopisches Aussehen bei der Kleinheit der Proben keinen Aufschluss über die Art der Lagerstätte geben konnte. Eine derselben, von Flackarp, enthielt ausserordentlich viel grünen Chlorit, der vielleicht bei der Kaolinisirung als Nebenproduct aus dem ursprünglichen Glimmer des Gesteins gebildet worden ist, was ja unter-

[1] Lundgren (182), Lindström (177), de Geer (58), Nathorst (200), Eichstädt (77).

geordnet an anderen Orten mehrfach beobachtet werden konnte, wie ich schon früher erwähnt habe; in unbedeutender Menge fand sich dasselbe Mineral auch in einer Kaolinprobe von Bivaröd; nach Lindström kommen auch in Djurröd grüne Glimmermineralien in grosser Menge in der Kaolinerde vor. Neben Chlorit wurde in Bivaröd auch ein chloritoidähnlicher Sprödglimmer beobachtet, dessen Beschreibung schon an früherer Stelle gegeben ist. In einer dritten Kaolinprobe, von Hönsholm, fand ich bräunlichgelbe, schuppige Zersetzungsproducte von Glimmer, welcher, da ich ihn in keiner der drei Proben frisch fand, bei der Kaolinisirung mit umgewandelt zu sein scheint. Feldspathreste wurden nur in der Kaolinerde von Bivaröd gefunden, und zwar Mikroklin, der demnach auch hier dem Kaolinisirungsprocesse widerstanden hat. Hussakit und Zirkon, ersterer vorherrschend, waren in scharfen Kryställchen in allen drei Proben nachweisbar, während Erze sich nur in zweien fanden, nämlich Magneteisen von Flackarp und Titaneisen von Hönsholm, hier neben Anatas, der auch in der Kaolinerde von Bivaröd in blauen Krystallkörnchen auftritt. Von sonstigen accessorischen Gemengtheilen wurden in der Varietät von Bivaröd noch blassgelber Epidot und dunkelgrüner Spinell gefunden, sowie Topas, der möglicherweise von grösserem Interesse für die Deutung der kaolinbildenden Processe ist, falls er als eine diesen Vorgängen gleichzeitige Neubildung aufgefasst werden darf, wofür sich jedoch kein Beweis erbringen lässt. Als zweifellos mit den kaolinbildenden Processen in Zusammenhang stehende Neubildung muss aber jedenfalls der in der Kaolinerde von Flackarp auftretende, kleine erbsengelbe, rundliche Concretionen bildende Eisenspath aufgefasst werden, neben dem auch kleine Rhomboëder von Kalkspath zu beobachten sind. Die Gegenwart dieser beiden Mineralien im kaolinisirten Gestein lässt auf das Vorhandensein von Kohlensäure unter den kaolinisirenden Agentien schliessen.

Die Art und Weise des Vorkommens der Kaolinerde, welche eine Entstehung derselben durch Verwitterung auszuschliessen scheint, hat Eichstädt, wie ähnlich schon früher Forchhammer, zu der Vermuthung gebracht, dass mit vulcanischen Processen in Zusammenhang stehende Ausströmungen

von Gasen, Dämpfen und heissen Lösungen die Kaolinisirung des Gesteins hervorgebracht haben.

Ausser den bisher beschriebenen Kaolinlagerstätten finden sich auch noch andere in der Literatur erwähnt, welche ich jedoch weder an Ort und Stelle, noch in Proben zu untersuchen Gelegenheit hatte. Dahin gehören:

23. Die Kaolinvorkommnisse von Aue in Sachsen[1].

Zwischen Aue und Schneeberg zieht sich eine Reihe von Granitkuppen hin, welche theils aus Zweiglimmer-, theils aus Biotitgranit bestehen[2] und nur vereinzelt aus dem sie meist bedeckenden Glimmerschiefer hervorragen. Einzelne dieser Kuppen enthalten Kaolinlager, welche jedoch stets nur ziemlich kleine Nester im unzersetzten Gestein bilden. Nach Freiesleben kommt Pinit als Begleiter in der Kaolinerde vor, welche sich gewöhnlich auf primärer Lagerstätte zu finden scheint und früher ausgebeutet wurde. Die Art des Vorkommens scheint gegen eine Entstehung desselben durch Verwitterung zu sprechen, und vielleicht giebt die Nähe der berühmten Zinnerzlagerstätten einen anderen Hinweis.

Nicht allzuweit von diesen Kaolinvorkommen entfernt ist das

24. Kaolinlager von Sosa bei Eibenstock in Sachsen.

Nach Brongniart (34) stellt dieses Vorkommen ein Nest im Granit dar; die Kaolinisirung des Gesteins hat ihren Ausgang von einer jetzt durch einen eisenerzführenden Quarzgang ausgefüllten Kluft genommen, parallel welcher der Granit zu Kaolinerde geworden ist. Brongniart, auf dessen Theorie ich später noch zu sprechen kommen werde, glaubte, dass die Zersetzung durch Berührungselektricität am Contact des eisenhaltigen Ganges mit dem Granit erfolgt sei. Natürlicher lässt sich die Thatsache wohl so erklären, dass die Kluft, auf welcher die kaolinisirenden Agentien aus der Tiefe kamen, später durch Abscheidungen aus denselben und den dem Ge-

[1] Kühn (162), Freiesleben (93), Ehrenberg (74), Brongniart (34), Bischof (16).

[2] Schalch (238).

stein bei der Kaolinisirung entzogenen Bestandtheilen ausgefüllt wurde.

25. Die Kaolinvorkommnisse der nördlichen Lausitz.

Nach Herrmann (122) (123) (124) sind die Kaolinvorkommnisse der Lausitz theils aus einem mittelkörnigen, sehr plagioklasreichen Granitit (Biotitgranit) hervorgegangen, so bei Bautzen, Kupferhammer, Piskowitz, Horka und Neschwitz, theils aus einem Granitporphyr, wie zwischen Kamenz und Klix. Die Vorkommnisse von Kaolinerde stellen ganz vereinzelte Nester dar, während nach Herrmann selbst, der doch an ihre Entstehung durch Verwitterung glaubt, die normalen Verwitterungsproducte der betreffenden Gesteine wie gewöhnlich aus gelbbraunem bis rostfarbenem, lockerem Grus bestehen. Die Kaolinerde ist grünlich bis weiss gefärbt und stellenweise eisenschüssig. Ein auf der Adolfshütte bei Quoos (296) unweit Bautzen abgebautes Kaolinlager, das unter einer Bedeckung von Braunkohlenschichten liegt, besitzt eine Mächtigkeit nach der Tiefe von über 70 m.

Da die Kaolinerde hier offenbar keine Abhängigkeit von der Oberfläche zeigt und mit den gewöhnlichen Verwitterungsproducten ihrer Ursprungsgesteine unmöglich verwechselt werden kann, so ist ihre Entstehung wahrscheinlich auf andere Processe zurückzuführen.

26. Zwischen Weidenau und Neurothwasser in Österreichisch-Schlesien

findet sich nach Glocker (105) ein Kaolinlager, das aus feinkörnigem Granit entstanden ist.

27. Im Vigezzathal in der Schweiz

kommt nach Bischof (16) Kaolin in Adern im Granit vor. Diese Art des Vorkommens macht es wohl sicher, dass es sich um kein Verwitterungsproduct handelt.

28. Bei Fariolo unweit des Lago Maggiore

bildet nach demselben Autor (16) die Kaolinerde Nester im unzersetzten Granit, was gleichfalls nicht der Art des Vorkommens von Verwitterungsproducten entspricht, die vielmehr eine ziemlich gleichmässige Bedeckung bilden würden.

29. Auch bei Chiesi auf Elba

kommt nach Brongniart (34) Kaolinerde als Zersetzungsproduct des Granits vor.

30. Bei Seignaux unweit Tarascon und Pamiers im Departement Arriège in Südfrankreich

kommt nach Berthier (10) Kaolinerde vor, welche aus einem Pegmatit entstanden ist und gleich diesem viel Spodumen enthält.

31. Bei Louhoussua (La Housscha) unweit Bayonne in Südfrankreich

befindet sich nach Brongniart (34) ein Lager von Kaolinerde als Zersetzungsproduct von Pegmatit, das nach Berthier (9) sehr viel Halloysit enthält.

32. Bei La Jonchère im Departement Haute-Vienne

treten nach Auscher und Quillard (6) mehrere Granitgänge im Gneiss auf, die kaolinisirt sind.

33. Bei Monktown in Vermont, New Milford in Kent und Cornwall in Connecticut,

sämmtlich in den Vereinigten Staaten von Amerika, kommen nach Leonhard (175) Lager von Kaolinerde im Pegmatit vor.

34. Bei Rio Janeiro in Brasilien

bildet nach Bischof (16) die Kaolinerde Nester im Granit.

35. Auch in China

ist nach Ebelmen und Salvétat (73) die Kaolinerde von Tong-kang und Sy-kang aus granitischen Gesteinen hervorgegangen. Eine von G. Vogt (275) untersuchte Kaolinprobe von Ye-Ou-ko enthielt ca. 31 % Muscovit. Bekannt ist, dass der Kaolin seinen Namen nach seinem Vorkommen im Gebirge Kao-lin östlich von King-tetschin erhalten hat; in China wird nach Julien (141) der Kaolin sonst auch „Zethou“ genannt.

36. In Neu-Süd-Wales (Australien)

kommen nach Liversidge (179) Kaolinlager im Granit vor bei Lambing Flat (Kings Plains, Bathurst County) und bei Rocky Ridge und Barraba (Darling County).

37. Bei Hultebo in Schweden

kommt nach Santesson (232) und Cronquist (46) Kaolinerde auf primärer Lagerstätte vor, welche auf den Spalten eines röthlichen, feinkörnigen, glimmerarmen „Eurits" auftritt, der stark zerklüftet ist. Die obersten Partien scheinen, wie bei so vielen zu Tage tretenden Kaolinvorkommen, ziemlich stark verschlämmt und verunreinigt zu sein. Interessant ist die enge Beziehung des Kaolins zu den Klüften, von welchen aus also die kaolinisirenden Agentien wirkten.

38. Bei Tretto im Vicentinischen

ist nach Brongniart (34) ebenfalls eine Kaolinlagerstätte, die durch Zersetzung eines „Eurits" gebildet sein soll.

g) Kaolinisirte Aplitgänge und -Apophysen in krystallinen Schiefern.

Unter den Vorkommen von kaolinisirtem Granit, welche keinen Zusammenhang mit anderen Minerallagerstätten erkennen lassen, hebt sich eine Gruppe heraus, welche wegen ihrer charakteristischen Merkmale gesondert behandelt zu werden verdient. Das Gemeinsame, was diese Vorkommnisse verbindet, ist, dass dieselben sämmtlich aus aplitischen Apophysen entstanden sind, welche manchmal pegmatitische Ausbildung erlangen können und die bis zu grosser (unbekannter) Tiefe völlig kaolinisirt sind, während gleichzeitig ihr Nebengestein durch Zersetzungserscheinungen sehr mürbe und brüchig geworden ist. Von Verwitterung als Entstehungsursache der Kaolinerde dieser Vorkommen kann bei der grossen Tiefe (bis über 70 m), in welcher die Kaolinisirung noch gleichmässig Statt hat, und wegen der Art des Vorkommens nicht die Rede sein, da die Zersetzung der contactmetamorphischen Schiefer stets nur an den Contact mit den aplitischen Apophysen gebunden erscheint, während das übrige Gestein völlig frisch ist. Diese innige Verbindung der Zersetzungserscheinungen mit den Aplitgängen stellt es ausser Frage, dass die Agentien, welche die Zersetzungsprocesse hervorbrachten, an diese gebunden waren, und danach erscheint es wahrscheinlich, dass die Kaolinbildung bei diesen Vorkommnissen durch postvulcanische Processe der Aplitintrusionen selbst hervorgebracht worden ist.

39. Wondreb u. s. w. in der Oberpfalz.

In der Gegend von Wondreb ist die Kaolinisirung der aplitischen Apophysen eine verbreitete Erscheinung, wie übrigens schon von Gümbel (112) (113) (114) und H. Müller (198) erwähnt. Manche dieser Vorkommnisse sind früher ausgebeutet worden, doch hat die Verwerthung bei den geringen Dimensionen derselben niemals grössere Bedeutung erlangt oder längere Dauer besessen.

Es lassen sich dort zwei verschiedene Typen von Kaolinvorkommen unterscheiden, die nahe miteinander verwandt sind. Es kommen nämlich dort injicirte Schiefer (sogenannte Gneisse) vor, in denen die kleinen granitischen Apophysen, welche aplitischen Charakter besitzen, d. h. also die ganze Feldspathmenge des Gneisses, kaolinisirt sind; dadurch ist das ganze Gestein mürbe und brüchig geworden; verwerthbar ist dieses Material natürlich nicht.

Die andere, charakteristischere Art des Vorkommens ist die Kaolinisirung von grösseren, bis zu 1 m mächtigen Aplitgängen mit allen ihren feinen Apophysen im Glimmerschiefer, wobei letzterer am Contact mürbe und brüchig geworden ist; bis zu welcher Tiefe diese Zersetzung hinabreicht, ist unbekannt.

Die mechanische Analyse einer Kaolinprobe aus einem Vorkommen der letztbeschriebenen Art ergab neben vielen schuppigen, gelblichweissen bis gelben Zersetzungsproducten, deren genauere Bestimmung nicht möglich ist, als Begleiter der quarzhaltigen Kaolinerde noch Titaneisen in wenigen, stark zu Leukoxen zersetzten Körnchen, und Eisenspath. Der letztere kann wohl nur eine der Kaolinisirung des Gesteins gleichzeitige Neubildung sein und giebt Zeugniss davon, dass sich Kohlensäure unter den kaolinisirenden Agentien befand, welche man sich wohl in Form von Dämpfen und heissen Lösungen wirkend denken muss.

40. Kaolinvorkommnisse bei St. Martin im Bacher Gebirge in Steiermark.

Nach Lipold (178) kommen dort Kaolinlager als Zersetzungsproducte eines sehr feldspathreichen „Gneiss“ vor, welcher auf weite Erstreckungen Einlagerungen in krystallinen Schiefern und Kalksteinen bildet. Aus der Beschreibung scheint

als fraglos hervorzugehen, dass es sich nicht um „Gneiss", sondern um granitische Apophysen handelt, welche kaolinisirt sind, und danach muss das Vorkommen als dem von Wondreb analog angesehen werden.

41. Kaolinvorkommen von Muncelu auf dem plain Bumbestilor, Rumänien.

Nach einer brieflichen Mittheilung des Herrn Prof. Mrazeck in Bukarest an Herrn Prof. Weinschenk ist dort ein Aplitgang in krystallinen Schiefern kaolinisirt, während letztere ihre Festigkeit verloren haben und mürbe geworden sind; das Vorkommen ist also denen von Wondreb genau analog. Ich hatte Gelegenheit, eine Kaolinprobe von dort zu untersuchen; sie enthielt neben Kaolin Quarz, etwas chloritisirten Glimmer, vereinzelte Körner von Monazit, Titaneisen, braunrothen Rutil und Turmalin, sowie massenhaft schuppige Zersetzungsproducte, die sich u. d. M. als Muscovit erwiesen; dieselben sind wahrscheinlich grossentheils aus Topas hervorgegangen, da einige unzersetzte, durchsichtige Partien in den schuppigen Aggregaten als solcher nach seinen optischen Eigenschaften sicher bestimmt werden konnten. Da Topas in aplitischen Apophysen nicht als ursprünglicher Gemengtheil vorzukommen pflegt, so darf er wohl mit grosser Wahrscheinlichkeit als der Kaolinisirung gleichzeitige Neubildung angesehen werden, und giebt dann Aufschluss darüber, dass sich Fluor unter den Kaolinbildnern befand.

42. Auch in Ungarn,

und zwar in den ausgedehnten Spatheisenlagern im Gyalar bei Vajda-Hunyad setzen aplitartige Gänge von nicht unbedeutender Mächtigkeit auf, welche z. Th. eine weitgehende Kaolinisirung zeigen, wie mir Herr Prof. Weinschenk mitzutheilen die Güte hatte.

43. Die Kaolinvorkommen in den Monts du Limousin, Frankreich[1].

Diese Vorkommnisse sind die ausgedehntesten, welche mir von dem hier in Betracht kommenden Typus bekannt

[1] Brongniart (34), Thurmann (273), Fuchs und de Launay (99), Auscher und Quillard (6).

geworden sind. Besonders in der Gegend von St. Yrieix, bei Marcognac und Cuberfatou, und bei Marsaguet unweit Coussac-Bonneval, sowie bei Bois-Vicomte und Fargetas befinden sich zahlreiche Kaolingruben, deren Material ausgeschlämmt und zur Porcellanfabrikation, besonders in Limoges und Sèvres, verwendet wird. Die Kaolinvorkommnisse stellen keine grösseren zusammenhängenden Lager dar, sondern die Gruben bauen nur auf kleineren Nestern von Kaolinerde, die in etwas zersetzten Glimmerschiefer eingelagert sind. Die Kaolinerde ist aus den in jener Gegend zahlreich auftretenden Gängen granitischer Gesteine entstanden, welche im Glimmerschiefer aufsetzen. Dieselben scheinen z. Th. Apophysen von aplitartigem Charakter, z. Th. eigentliche (aplitische) Pegmatite gewesen zu sein, aus welch letzteren offenbar die reinsten Varietäten von Kaolin hervorgegangen sind. Gleichzeitig mit der Kaolinisirung der granitischen Gänge sind auch deren Contactgesteine durch Zersetzung mürbe geworden, an Stellen, wo jene frisch erscheinen, sind auch diese frisch. Wir haben also ein Analogon zu den kaolinisirten Aplitgängen in Glimmerschiefer von Wondreb und Muncelu vor uns, welch letztere aber heute wegen ihrer geringen Ausdehnung nicht abgebaut werden, was bei den gleichartigen Bildungen von St. Yrieix und Coussac wegen deren weiter Verbreitung und grösseren Dimensionen — die Gänge sind oft 8—15 m mächtig — in ausgedehntem Maasse der Fall ist.

Eine mir zugesandte Probe von St. Yrieix stellte eine rein weisse, aber sehr quarzreiche Kaolinerde dar und liess die Structur eines mittelkörnigen Granits noch sehr deutlich erkennen; das fast völlige Zurücktreten des Glimmers scheint darauf zu deuten, dass auch diese Ganggranite wie jene der oben genannten Fundorte zu den aplitischen Spaltungsgesteinen gehören. Von accessorischen Gemengtheilen enthielt die untersuchte Probe nur sehr wenige, und diese nur in ausserordentlich geringer Menge. Es wurden Hussakit in prismatischen und pyramidalen Kryställchen, unregelmässig ausgebildete Nädelchen von farbloser Hornblende und vereinzelte regellose Körnchen von Staurolith gefunden.

Ausser der quarzreichen Kaolinerde von granitischer Structur kommt in der Gegend von St. Yrieix noch ein fast

völlig von allen Verunreinigungen freier Kaolin vor, wie er mir in solcher Reinheit von keinem anderen Fundpunkte bekannt geworden ist. Derselbe muss entweder, falls er noch auf primärer Lagerstätte ist, wie die andere oben untersuchte Kaolinprobe vom gleichen Orte, aus einem fast nur aus Feldspath bestehenden Pegmatit hervorgegangen sein, oder er befindet sich auf secundärer Lagerstätte, ist erst durch den Wassertransport so rein ausgeschlämmt worden, und wird dann am besten als Kaolinthon bezeichnet; diese Frage wird von Fuchs und de Launay offen gelassen und kann nur durch die geologische Untersuchung der Vorkommnisse an Ort und Stelle entschieden werden. Eine Probe dieses Kaolins bezw. Kaolinthons enthielt auch von accessorischen Gemengtheilen ausserordentlich wenig, und zwar wurden nur einige Kryställchen von Hussakit gefunden, der dort stark zersetzt ist. Der Mangel an accessorischen Mineralien kann weder für die eine noch für die andere Anschauung sprechen, da diese Pegmatite doch nur sehr grosskörnig ausgebildete Aplite sein dürften, und also auch nicht mehr accessorische Mineralien enthalten werden wie die Aplitgänge, welche nach meinen Untersuchungen an Proben aus dieser Gegend sehr arm daran sind. Wegen der starken Zersetzungserscheinungen am Hussakit jedoch, wie sie sonst nur bei Kaolinthonen häufiger sind, neige ich mich mehr der Ansicht zu, dass die von Verunreinigungen fast völlig freie Probe von Kaolin von St. Yrieix einem erst durch Wasser ausgeschlämmten Kaolinthon entstammt, dessen ursprüngliche Herkunft aus einem der oben geschilderten kaolinisirten Aplitgänge dann wahrscheinlich sein dürfte.

Zwei sehr rein weisse Kaolinproben von Marsaguet bei Coussac-Bonneval, welche ich ebenfalls zu untersuchen Gelegenheit hatte, zeigten grosskörnige granitische Structur; während die eine ziemlich arm an Quarz ist, erscheint die zweite stark verkieselt, wohl durch einen der Kaolinisirung nebenhergehenden Process, wie er schon mehrfach erwähnt worden ist. Beide Proben enthielten fast gar keine accessorischen Gemengtheile; bräunliche, erdige, amorphe Zersetzungsproducte, die in beiden vorkommen, sind nicht genauer zu bestimmen; in der verkieselten Kaolinerde wurde ausserdem

noch blassrosa gefärbter Granat und ziemlich viel Schwefelkies beobachtet; letzterer stellt vielleicht eine bei der Kaolinbildung entstandene Neubildung dar, und sein Vorhandensein würde dann für die Gegenwart von Schwefelverbindungen unter den kaolinisirenden Agentien sprechen.

Anhaltspunkte für die Zusammensetzung der Agentien, welche die Kaolinisirung des Granits herbeigeführt haben, lassen sich sonst bei dem Mangel an Neubildungen nicht gewinnen. Normale Verwitterung kann jedoch zur Erklärung der Ursachen der Kaolinbildung an dieser Stelle nicht in Frage gezogen werden, da die Kaolinvorkommen in ganz unregelmässigen Flecken und Nestern auftreten, welche keinen Zusammenhang mit Oberflächenbildungen erkennen lassen. Die Zersetzung auch des Nebengesteins der kaolinisirten Gänge, welches in weiterer Entfernung von den Kaolinvorkommen ganz frisch ist, scheint vielmehr auf intensivere Processe hinzuweisen, welche mit der Intrusion der granitischen Apophysen selbst, auf deren Umgebung ihr Wirkungskreis beschränkt ist, in Zusammenhang stehen. Auch ist die Kaolinisirung nur eine ganz locale Erscheinung, welche sich nicht auf alle Pegmatitgänge gleichmässig erstreckt, da sich im Kaolingebiet auch grosse Feldspathgruben befinden.

Zu den eben beschriebenen Kaolinlagerstätten müssen vielleicht auch noch diejenigen von La Vilate, Chanteloube etc. bei Limoges gerechnet werden, welche nach Des Cloizeaux (63) durch Kaolinisirung von Pegmatitgängen entstanden sind und deren Vorkommen dem oben geschilderten analog zu sein scheint. Nach dem genannten Autor ist der kaolinisirte Feldspath des Gesteins Albit gewesen.

Derby (64) fand in einer Kaolinerde von Limoges, deren genaueren Fundort er nicht angiebt, Zirkon, stark zersetzten Xenotim, weissen, blauen und braunen Turmalin, Magnetit, Ilmenit, Anatas und vereinzelt auch Pseudobrookit.

44. Kaolinlager bei Bône in Algier.

Nach Parran (205) kommen dort kaolinisirte Gänge und Adern in „gneiss granulitisé“, also wohl einem injicirten Schiefer, vor, deren Vorkommen, nach der Beschreibung zu urtheilen, denen von St. Yrieix u. s. w. ganz analog ist. Be-

merkenswerth erscheint, dass nach dem genannten Autor das Gestein in einer Tiefe von 70 m noch den gleichen Grad von Kaolinisirung aufweist, also in einer Tiefe, bis zu der die Verwitterungsagentien in jenen Breiten wohl zweifellos keine Einwirkung haben.

45. Das Kaolinvorkommen von Mouwick bei Lambhoga, Insel Fetlar, Schottland,

welches nach Heddle (120) aus Gneiss entstanden sein soll, gehört vielleicht auch hierher. Der Kaolin ist nach dem genannten Autor dort innig mit feinvertheiltem Margarodit gemengt und bildet ein vereinzeltes Nest im unzersetzten Gestein.

Das häufige Zusammenvorkommen von Kaolin und Nontronit ist schon mehrfach erwähnt worden, drängt sich aber bei der Betrachtung gerade dieser Gruppe von Kaolinvorkommen besonders auf, da eine räumliche Vergesellschaftung sowohl als ein analoger Charakter der Nontronit- und Kaolinlagerstätten gerade hier besonders hervortritt. Nicht nur bei dem Orte Nontron, nach welchem der Nontronit seinen Namen erhalten hat und der im Kaolingebiete des Limousin liegt, sondern auch in der Oberpfalz kommt Nontronit in durchaus analogen Lagerstätten vor, und ebenso im Fichtelgebirge; so hat H. Müller (199) von Tirschenreuth ein derartiges Nontronitvorkommen beschrieben, und ähnliche finden sich im Fichtelgebirge mehrfach. Von den letzteren ist vielleicht das Vorkommen bei Ebnath, welches schon Gümbel erwähnt, das charakteristischste, und soll daher hier (nach eigener Anschauung) kurz beschrieben werden.

Im Fichtelgebirge sind vereinzelt einige unbedeutende Kaolinvorkommen bekannt, so von Steinberg, Hohenberg, Bergnersreuth, Sinnattengrün und anderen[1], so auch von Ebnath. Weit interessanter aber sind die Nontronitvorkommnisse bei dem letztgenannten Orte, namentlich in der von Gümbel erwähnten „Schwefelgasse“ und einigen anderen Punkten. Der Nontronit bildet hier schmale Gänge und Adern in völlig zersetzten und erdig gewordenen Hornfelsen und

[1] Vergl. Fr. Schmidt (243) und Gümbel.

Phylliten, die in weiterer Entfernung von den Nontronitvorkommen frisch sind. Letztere sind also den kaolinisirten Aplitgängen in krystallinen Schiefern analog, nur dass wahrscheinlich ein grosser Theil der Nontronitsubstanz, welche theilweise auch das Contactgestein imprägnirt, ganz neu zugeführt ist, während der Kaolin aus der Zersetzung von Feldspath gebildet ist. Die Ähnlichkeit im Vorkommen dieser Lagerstätten beider Mineralien ist so in die Augen springend, dass auch eine verwandte Entstehungsweise, nämlich durch pneumatolytische und pneumatohydatogene Processe, wahrscheinlich angenommen werden muss.

h) Kaolinisirte Quarzporphyre und verwandte Gesteine.

Während in Deutschland selbst die kaolinisirten Granite eine nur ziemlich untergeordnete Rolle spielen, gehören die grössten und wichtigsten deutschen Kaolinlagerstätten den Quarzporphyrgebieten an.

Ein wesentlicher Unterschied scheint zwischen den aus Quarzporphyren und den aus Graniten entstandenen Kaolinerden weder in mineralogischer noch in technischer Hinsicht zu bestehen; doch scheinen in den kaolinisirten Quarzporphyren in vielen Fällen die Kaolinitschüppchen kleiner zu sein, als dies in der Regel bei den kaolinisirten Graniten der Fall ist.

Die wichtigsten Vorkommen von kaolinisirten Quarzporphyren in Deutschland finden sich bei Halle, bei Mügeln und bei Meissen. Die Gesteine der beiden erstgenannten Vorkommen haben in petrographischer Beziehung ziemliche Ähnlichkeit miteinander, während der Porphyr der Meissner Vorkommnisse mit dem dort gleichfalls kaolinisirt auftretenden Pechstein in engster Beziehung steht. Die Eruption der beiden erstgenannten Porphyre, von Halle und Mügeln, fällt in die Zeit des mittleren Rothliegenden, das Alter der Meissener ist unbekannt, kann aber möglicherweise auch in jene Periode fallen.

Schon hier sei auf die merkwürdige Thatsache aufmerksam gemacht, dass die drei genannten Kaolingebiete nach beistehender Kartenskizze auf einer geraden Linie liegen, eine Erscheinung, welche wohl zufällig sein kann, aber doch durch die Gleichalterigkeit der Gesteine noch

auffälliger gemacht wird, und näher untersucht zu werden verdiente, da ein Zusammenhang mit einer Bruchspalte nicht unmöglich wäre; leider war mir eine genauere Untersuchung der geologischen Verhältnisse nach dieser Richtung nicht möglich.

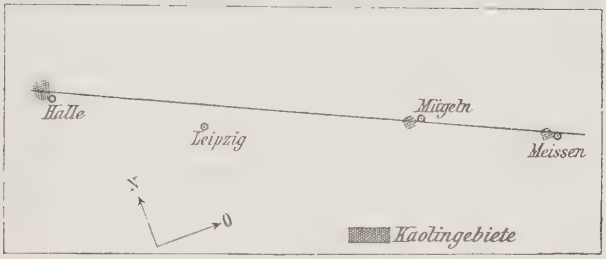

Fig. 3.

46. Die Kaolinvorkommen der Gegend von Halle a. S. (Provinz Sachsen)[1].

In der Gegend von Halle kommt in weiter Verbreitung ein Quarzporphyr vor, welcher in einer felsitischen Grundmasse grössere Einsprenglinge von Orthoklas, Plagioklas und Quarz, sowie etwas Biotit zeigt; letzterer ist auch im sonst frischen Gestein gewöhnlich weitgehend zersetzt und die Feldspäthe sind fast stets ziemlich stark getrübt; diese Trübung ist jedoch nicht beginnende Kaolinisirung, da die feinen Schüppchen, welche sie hervorrufen, nach ihren optischen Eigenschaften vielmehr dem Muscovit nahestehen. Es werden eine grosskrystallinische, früher für älter gehaltene Varietät, und eine kleinerkrystallinische, früher als jünger angesehene, unterschieden; diese Scheidung beruht auf der verschiedenen Grösse der Einsprenglinge, doch habe ich auch mehrere Zwischenstufen zwischen beiden Varietäten zu beobachten Gelegenheit gehabt; ein sonstiger Unterschied in petrographischer oder chemischer Beziehung besteht zwischen den Varietäten nicht, welche beide auch in kaolinisirtem Zustande vorkommen.

Die Kaolinisirung beginnt an den Einsprenglingen, und zwar zuerst am Plagioklas, wie sich an halbkaolinisirten Ge-

[1] L. v. Buch (38), Laspeyres (166) (167), Speyer (264), Humperdink (299).

steinen, z. B. bei Brachwitz, beobachten lässt. Nebenher geht eine allmähliche Ausbleichung des sonst durch Eisenoxyd rostroth gefärbten Porphyrs. An vielen Punkten ist die Kaolinisirung bis zur vollständigen Umwandlung des Gesteins fortgeschritten, ohne dass die Structur desselben sich sonst irgendwie gestört erwiese. Schliesslich findet man in der Kaolinerde fast nur noch den Quarz erhalten, alle übrigen ursprünglichen Gesteinsgemengtheile sind zu Kaolin geworden, welcher jedoch noch deutlich die Formen der Feldspatheinsprenglinge u. s. w. erkennen lässt.

Die Kaolinerde liegt meist nur unter einer geringen Bedeckung von Sand, Sandstein oder Löss. Die Tiefe, bis zu welcher das Gestein kaolinisirt ist, ist unbekannt, aber jedenfalls grösser als 10 m, im Gegensatz zu der Annahme von Laspeyres. Von einem Übergang in unzersetztes Gestein nach der Tiefe zu habe ich nirgends etwas bemerken und auch auf den Gruben nichts erfahren können. Die Abbaue bewegen sich allenthalben nur in den obersten Teufen, einmal weil das viele Grundwasser ein Tiefergehen zu kostspielig machen würde, und zweitens weil das kaolinisirte Gestein in grösserer Tiefe weniger von den Tagewässern durchdrungen und aufgeweicht ist, und darum fester und compacter erscheint, so dass dem Ausschlämmen erst eine Zerkleinerung des Materials vorausgehen müsste. Letztere Erscheinung wird von den meisten Geologen für das Anzeichen eines Übergangs in unzersetztes Gestein gehalten, was jedoch durchaus nicht der Fall ist, da die festere Kaolinerde in grösserer Tiefe noch genau ebensoviel Kaolin enthält wie die von den Tagewässern aufgeweichte der oberen Teufen. Thatsächlich ist eine Abnahme des Kaolingehaltes des kaolinisirten Porphyrs nach der Tiefe zu nirgends beobachtet worden; nur ist das Gestein in grösserer Tiefe trockener, und darum fester als dasjenige der nahe unter Tage liegenden Partien, welche infolge der grossen Porosität der Kaolinerde ganz mit Wasser vollgesogen sind, und daher weich erscheinen.

Stellenweise kommt auch hier, wie bei fast allen Kaolinlagerstätten, eine Verkieselung des ganzen Gesteins vor, und auch Hornsteingänge treten mehrfach auf. Über die Beziehungen dieser Erscheinungen zur Kaolinbildung ist schon an

anderen Stellen mehrfach zur Genüge gesprochen worden, so dass eine Wiederholung hier unnütz erscheint.

Die Kaolinvorkommen bilden stets nur vereinzelte Nester, welche rings von frischem Gestein umgeben sind; stellenweise, wie bei Brachwitz, ist streifenweise das Nebengestein der Hornsteingänge kaolinisirt, während der Porphyr in grösserer Entfernung von denselben noch völlig frisch erscheint. Die Verbreitung der Kaolinlagerstätten im Gebiet der Porphyrvorkommen der Gegend ist durchaus nicht gleichmässig, vielmehr liegen dieselben in einzelnen Gruppen zusammen, und ihr Auftreten ist auf den südlichen Theil des Porphyrgebietes beschränkt, während beispielsweise die ganze Gegend um den Petersberg, und ebenso die von Wettin, wo doch derselbe Porphyr in so ausgedehntem Maasse zu Tage tritt, ganz frei von Kaolinbildungen sind.

Es ist schon oben bemerkt worden, dass beide Porphyrvarietäten kaolinisirt vorkommen; bei beiden hat jedoch die Kaolinisirung nicht nach Art von Verwitterungserscheinungen an der ganzen Oberfläche gleichmässig stattgefunden, sondern sie ist auf einzelne Nester beschränkt. Im Folgenden soll ein Überblick über die einzelnen Kaolinvorkommen und deren nähere geologische Verhältnisse gegeben werden.

Nördlich von Dölau, zwischen diesem Orte und dem ehemaligen Bade Neu-Ragozci am linken Saale-Ufer, tritt der gröberkrystallinische Porphyr mehrfach zu Tage, und ist meist nur von einer wenig mächtigen Schicht von Sand und Löss bedeckt. Er wird hier an mehreren Stellen in Steinbrüchen gebrochen, und ist gewöhnlich sehr frisch. An einigen Stellen jedoch ist er völlig kaolinisirt, so vor Allem in der Nähe des sogenannten „Heidensteins“, wo sich ausgedehnte Abbaue auf Kaolinerde befinden; auch an einigen anderen Punkten zu beiden Seiten der Strasse von Dölau nach Neu-Ragozci sind kleine Kaolinschächte. Die Tiefe, bis zu welcher die Kaolinisirung des Gesteins statt hat, ist unbekannt, während die Ausdehnung der Kaolinvorkommen in horizontaler Richtung nur beschränkt ist, und in dieser Richtung ein Übergang in frisches Gestein allenthalben stattfindet, so dass an manchen Stellen sich Steinbrüche und Kaolingruben in nächster Nachbarschaft befinden. Das hier gewonnene Material, welches

sich auf primärer Lagerstätte befindet wie alle Kaolinerden dieser Gegend, ist, wie diese letzteren sämmtlich, sehr reich an ausschlämmbarem Kaolin. Eisenschüssige Partien kommen vereinzelt darin vor, und sind auf die Zersetzung des in den Kaolinvorkommen hier häufig auftretenden Schwefelkieses zurückzuführen. Die oberen Partien der Kaolinerde sind, besonders bei den südwestlichen Vorkommen, häufig ziemlich stark verwaschen und verunreinigt, während sonst die Porphyrstructur noch gut erhalten zu sein pflegt. Die einzelnen Kaolinvorkommen dieser Gruppe sind räumlich meist ziemlich eng beschränkt und bilden nur vereinzelte Nester im unzersetzten Gestein.

In einem in diesem Gebiet gelegenen Steinbruch fand ich halbkaolinisirten Porphyr, der einen senkrechten Streifen im unzersetzten Gestein bildete; der Porphyr schien zu beiden Seiten einer fast senkrecht aufsetzenden schwachen Kluft von der Kaolinisirung ergriffen, und dabei entfärbt, während in weiterer Entfernung in horizontaler Richtung das Gestein noch völlig frisch war; die kaolinisirenden Agentien haben also zweifellos von Klüften aus gewirkt.

Jenseits der Saale, in der Hügellandschaft nordwestlich von Brachwitz, wird dies Verhältniss noch klarer, wo der grosskrystallinische Porphyr am Contact mit einem Hornsteingang kaolinisirt erscheint; doch ist hier die Kaolinisirung nicht so weitgehend, dass sich ein Abbau des Materials verlohnte. Abbauwürdige Kaolinerde, welche aus der gleichen Porphyrvarietät entstanden ist, findet sich erst wieder weiter nordwestlich, am Fuchsberg bei Morl; um denselben concentrirt sich eine zweite Gruppe von Kaolinvorkommen, die in mehreren Gruben mittelst Tagebau ausgebeutet werden, und in einem Halbkreis westlich und südlich am Abhang des Fuchsberges liegen, zum Theil auch in dem westlich diesem vorgelagerten Thal, am „Lerchenweg“ und nördlich davon. Die Kaolinerde dieser Vorkommen, welche vereinzelte Nester bilden und von unzersetztem Gestein umgeben werden, liegt nur unter einer ganz schwachen diluvialen Löss- und Lehmschicht; ihre Mächtigkeit nach der Tiefe ist unbekannt. Der Schwefelkies, welcher auch hier in Knollen nicht selten in der Kaolinerde auftritt, ist in den oberen Partien derselben

stark durch die Tagewässer zersetzt, und hat Anlass zur Bildung von Gyps gegeben, welcher in Knollen und Adern in den obersten Schichten der Kaolinerde häufig ist. Sonst ist die Structur des ursprünglichen Porphyrs allenthalben gut erhalten.

Obgleich dieser gröberkrystallinische Porphyr in der Gegend von Halle eine weite Verbreitung besitzt, kommt derselbe doch ausserhalb der bisher beschriebenen Lagerstätten, wenn man von wenigen ganz untergeordneten Vorkommnissen (bei Giebichenstein und bei Gimmritz z. B.) absieht, nicht kaolinisirt vor. Die Kaolinvorkommen geben sich demnach als ganz locale Bildungen zu erkennen. Durch die normale Verwitterung zerfällt der Porphyr, wie sich allenthalben beobachten lässt, zu einem lockeren rostbraunen Grus, welcher keine Spur von Kaolin enthält und mit dem Product der Kaolinisirung, der weissen, oft noch recht festen Kaolinerde, welche die Structur des Porphyrs noch gut erhalten zeigt, unmöglich verwechselt oder verglichen werden kann.

Der kleinkrystallinische Porphyr ist gleichfalls nur an vereinzelten Punkten kaolinisirt; die wichtigsten Kaolinvorkommen, welche aus dieser Varietät entstanden sind, sind diejenigen vom Kirschberg bei Sennewitz, wo sich die ältesten und berühmtesten Kaolingruben der Gegend von Halle befinden; besonders am südlichen Abhang des Kirschberges wird ein ziemlich ausgedehntes Kaolinlager abgebaut, das nahe unter der Tagesoberfläche liegt und wegen der technisch werthvollen Eigenschaften dieses Materials früher besonders geschätzt wurde. Auch in der Nähe, am Lehmberg, und an der Strasse nach Morl zu, hier unter einer Bedeckung von Braunkohlensandstein und von Braunkohle, und theilweise stark eisenschüssig, finden sich kleinere Nester von Kaolinerde, welche gleichfalls abgebaut werden. Alle diese Vorkommen sind von frischem unzersetzten Gestein umgeben. Auch weiter östlich, an den Rändern des Götschethals, liegen vereinzelte Nester von Kaolinerde, die grossentheils ausgebeutet werden, oder früher ausgebeutet worden sind, so bei Dachritz (das nördlichstgelegene Kaolinvorkommen der Gegend), östlich der Bahnlinie bei Teicha, Groitsch,

Gutenberg und Seeben. Auch im Walde nordwestlich von Halle soll Kaolinerde an vereinzelten Stellen vorkommen.

Alle diese Vorkommnisse sind jedoch nur ganz local, horizontal auf einen engen Raum beschränkt und von frischem Gestein umgeben; ihre Mächtigkeit in verticaler Richtung ist unbekannt. Das normale Verwitterungsproduct auch dieser Porphyrvarietät ist ein schmutzigrostbrauner Grus, der keinen Kaolin enthält und mit der weissen Kaolinerde unmöglich zu verwechseln ist.

Der mechanischen Gesteinsanalyse wurden acht Kaolinproben von verschiedenen Vorkommen der grosskrystallinischen Porphyrvarietät, und fünf der kleinkrystallinischen unterworfen. Dabei stellte sich heraus, dass auch die accessorischen Gemengtheile beider Porphyrvarietäten dieselben sind. In meist grosser Menge war in allen untersuchten Proben Titaneisen vorhanden, zum Theil mit Leukoxenbildung; nur in einer Probe von Morl fehlte der Hussakit, welcher in allen übrigen auf chemischem Wege durch Nachweis von Schwefelsäure und Phosphorsäure, und nach seinen optischen Eigenschaften sicher bestimmt wurde, in fünf Fällen neben wenig Zirkon, und öfters in langprismatischer Ausbildung. Anatas in blauen, tafligen Kryställchen fehlt in der grosskörnigen Varietät fast nirgends, und ist hier meist in ziemlicher Menge vorhanden, konnte aber nur in zwei Proben der kleinkörnigen (von Teicha und von Sennewitz), und auch da nur in geringer Menge nachgewiesen werden, in diesen beiden Fällen neben Rutil. Monazit tritt seltener und vereinzelter auf, so in der kleinkrystallinischen Varietät an den beiden zuletztgenannten Fundorten, in der grosskrystallinischen bei Neu-Ragozci und Dölau; theilweise ist er getrübt, und zwar bei den Vorkommen, welche nahe an der Tagesoberfläche liegen, und daher den Tagewässern freie Circulation gestatten. In einer Probe von Sennewitz wurde vereinzelt rosafarbiger Granat beobachtet, in einer anderen von Neu-Ragozci ebenso vereinzelt Topazolit. Eine Probe von Teicha enthielt wenig braunen Turmalin.

Pyrit tritt in grossen Knollen und Adern vielfach in der Kaolinerde auf, und muss vielleicht als eine der Kaolinisirung des Gesteins gleichzeitige Neubildung angesehen werden.

Er ist in den oberen Partien der Kaolinlager oft durch die Tagewässer stark zersetzt, und zwar bilden sich dabei Brauneisenconcretionen und Knollen sowie Adern von Gyps, wie dies z. B. besonders in der Boltze'schen Grube am Fuchsberg zu beobachten ist. Als Nebenproduct der Kaolinisirung ist wohl hier, wie an so vielen anderen Punkten, der untergeordnet in der Kaolinerde bei Teicha und bei Morl auftretende Chlorit zu betrachten.

Irgendwelche Neubildungen, welche einen Rückschluss auf die bei der Kaolinisirung thätigen Agentien gestatten würden, sind nicht vorhanden, wenn nicht vielleicht der Pyrit dahin gehört; doch soll letzterer auch im unzersetzten Gestein stellenweise vorkommen. Ebensowenig lässt sich ein Zusammenhang der vereinzelt im Porphyrgebiet auftretenden Flussspathgänge mit den Kaolinvorkommen erweisen; allerdings hat L. v. Buch dieses Mineral in einer Kaolinerde der Gegend gefunden.

Die Zusammensetzung der kaolinisirenden Agentien lässt sich also nicht erkennen, aber über die Art und Wirkungsweise derselben können eigentlich kaum Zweifel aufkommen. Dass die Producte der normalen Verwitterung der Porphyre von der Kaolinerde völlig verschieden sind, keine Spur von Kaolin enthalten und mit dem Producte der Kaolinisirung unmöglich verwechselt oder verglichen werden können, ist schon oben gesagt worden; die verwitternden Einflüsse bringen vor allen Dingen eine mechanische Auflockerung zu Stande und gleichzeitig nimmt das ganze Gestein eine schmutzigbraune Färbung an, während die Feldspäthe chemisch nur wenig angegriffen werden. Im Gegensatz dazu spielt bei der Kaolinbildung eine intensive chemische Umwandlung die Hauptrolle, während gleichzeitig von einer die Structur zerstörenden mechanischen Auflockerung, soweit eine solche nicht durch die Weichheit des Kaolinits bedingt ist, nichts zu bemerken ist. Dazu kommt, dass die Kaolinbildungen ganz locale, nur in einem kleinen Theil des grossen, sonst gleichförmigen Porphyrgebiets auftretende Erscheinungen sind, die an diesen wenigen Stellen bis zu unbekannter, jedenfalls aber nicht unbedeutender Tiefe in intensivster Weise eine Zersetzung des ganzen Gesteins hervorgebracht haben, wäh-

rend in nächster Nähe der Kaolinvorkommen selbst, wie im ganzen Porphyrgebiet die Verwitterung vollständig andere Producte liefert; die halbkaolinisirten Porphyre, wie z. B. bei Dölau und bei Brachwitz, sind bis auf die Kaolinisirung der Feldspatheinsprenglinge noch vollkommen feste Gesteine und unter dem Einfluss der Verwitterung schreitet nicht etwa die Kaolinisirung derselben weiter fort, sondern sie zerfallen zu einem sandigen Grus, ohne neue Kaolinbildung. Es sind also Verwitterung und Kaolinisirung offenbar zwei grundverschiedene Processe, die in keinem Stadium ihrer Wirksamkeit miteinander verwechselt werden können, ebenso wenig wie ihre gleichfalls grundverschiedenen Producte. Die oben geschilderte Art des Vorkommens von kaolinisirtem Gestein im Zusammenhang mit Klüften und mit Hornsteingängen macht es wahrscheinlich, dass die kaolinisirenden Agentien von Klüften aus wirkten. Die Thatsache, dass wir eine Grenze der Kaolinisirung nach der Tiefe nicht kennen, zeigt, dass die Agentien keinen Zusammenhang mit der Oberfläche gehabt haben, also wohl aus der Tiefe gekommen sind.

Über das Alter der Kaolinlagerstätten hat Laspeyres die Vermuthung ausgesprochen, dass sie jünger seien als das Tertiär, da sie sonst zur Zusammensetzung desselben beigetragen haben müssten. Das letztere scheint mir jedoch thatsächlich der Fall zu sein, denn die tertiären Kapselthone von Bennstedt und Cölme sind doch offenbar aus Kaolin durch Wassertransport hervorgegangen und ihre Lage in einer Thalmulde, die einem Porphyrrücken vorgelagert ist, an dessen Abhang Kaolinerde vorkommt, spricht auch für ihre Herkunft von der letzteren. Die im unteren und mittleren Buntsandstein der gleichen Gegend auftretenden plastischen Thone bei Dölau u. s. w. hält Laspeyres für auf secundärer Lagerstätte durch eindringende Tagewässer kaolinisirte Schieferletten; ich vermag an einen solchen Vorgang nicht zu glauben und es scheint mir doch einfacher, anzunehmen, dass dieselben schon gleich als plastische Thone abgelagert worden sind; demnach wären also schon damals Kaolinvorkommen im Halle'schen Porphyrgebiet vorhanden gewesen. Es kommen nach Laspeyres aber auch schon im unteren Rothliegenden der Gegend plastische Thone vor, welche der genannte Autor gleichfalls

für nachträglich kaolinisirte Schieferletten hält; mir scheinen dieselben vielmehr ein Anzeichen dafür zu sein, dass schon in jener Zeit, in welche die ersten Anfänge der Porphyreruptionen fallen, ein Theil des Porphyrs kaolinisirt wurde, was also gleich nach der Eruption geschehen sein muss; dieser Kaolin ist dann durch Wasser forttransportirt und als plastischer Thon neu abgelagert worden. Es scheint aus alledem hervorzugehen, dass die Kaolinisirung des Gesteins in die Periode gleich nach der Porphyreruption selbst fällt und also wohl auf postvulcanische, im Gefolge derselben auftretende Processe zurückzuführen ist.

47. Die Kaolinlagerstätten der Gegend von Mügeln in Sachsen[1].

In der Gegend von Mügeln kommt in weiter Verbreitung ein meist rothbraun gefärbter Quarzporphyr vor, der als „Rochlitzer Quarzporphyr“ von einigen anderen in der Nachbarschaft auftretenden, etwas jüngeren Varietäten unterschieden wird. Seine Eruptionen fallen in die Zeit des mittleren Rothliegenden, also in dieselbe Periode wie die Porphyre von Halle, mit welchen auch eine petrographische Ähnlichkeit besteht. Er liegt in der Gegend von Mügeln, die eine ziemlich flache Hügellandschaft darstellt, meist unter einer 10—12 m mächtigen diluvialen Lössdecke und ist stellenweise völlig kaolinisirt. So kommt Kaolinerde bei Oschatz, Zöschau, Limbach und an anderen Orten vor; das ausgedehnteste Lager aber befindet sich bei den Orten Kemmlitz, Kroptewitz, Börtewitz und Baderitz, und ist eines der grössten Kaolinvorkommen in Deutschland überhaupt. Das Lager nimmt einen ausgedehnten Hügelrücken ganz ein und ist zuerst bei Kemmlitz in einer Schlucht durch die Wolf'sche Grube angeschnitten worden. Es wird besonders bei Kemmlitz mittelst Tiefbau ausgebeutet, doch immerhin noch in einem seiner Ausdehnung nicht entsprechenden Maasse, was seine Ursache darin findet, dass es noch nicht lange bekannt ist. Es liefert einen sehr schönen, rein weissen Kaolin, der ausgeschlämmt und in der Porcellan- und Papierindustrie gebraucht wird, doch bisher noch nicht die ihm wegen seiner vorzüglichen technischen Eigenschaften

[1] Th. Siegert (260) (261).

gebührende Beachtung gefunden hat. Die Kaolinerde enthält 30—60 % ausschlämmbares Material, die Schlämmrückstände bestehen vorzugsweise aus Quarz und halbkaolinisirten Porphyrbröckchen.

Die Mächtigkeit des Kaolinlagers ist unbekannt, beträgt aber jedenfalls über 36 m, bis zu welcher Tiefe die Bohrungen nur reichen. Die Kaolinisirung des Gesteins ist innerhalb des Lagers nicht gleichmässig, vielmehr lassen sich, unabhängig von der Tiefe, strichweise kaolinreichere Partien unterscheiden, während an anderen, wenn auch öfters weniger tiefgelegenen Stellen noch viele Porphyrbröckchen vorhanden sind. An wenigen zersetzten Partien kann man auch die Beobachtung machen, dass ganze ausgedehnte Platten von Porphyr noch unzersetzt sind, während dazwischen und darunter Streifen von völlig kaolinisirtem Gestein sich befinden.

Quarzbrocken- und Hornsteingänge kommen im Kaolinlager und dessen Umgebung mehrfach vor, und sind wohl als Niederschläge der dem orthoklasreichen Gestein bei der Kaolinisirung entzogenen Kieselsäure aufzufassen; stellenweise ist auch der Kaolin selbst stark verkieselt. Das Kaolinlager bildet ein grosses Nest im unzersetzten Porphyr, in welchen es im Allgemeinen in horizontaler Richtung durch halbkaolinisirtes Gestein übergeht.

In der Kaolinerde kommen Streifen und Adern von Schwefelkies und von Mog vor. Theilweise scheinen gangförmige jüngere Quarzporphyre mit kaolinisirt worden zu sein und einzelne Partien lassen eine mehr felsitische Structur erkennen.

An accessorischen Gemengtheilen ist die Kaolinerde nicht reich; vorwiegend unter denselben ist gewöhnlich Hussakit in scharfen, meist prismatisch ausgebildeten Kryställchen, der nur in den felsitischen, zu einem grünlichen Thon zersetzten Adern und Putzen fehlt; daneben wurde in zwei von fünf Fällen Zirkon beobachtet. Titaneisen mit Leukoxenbildung wurde überall, auch in den felsitischen Partien gefunden, welche letzteren ausserdem noch Körner eines an früherer Stelle beschriebenen Minerals enthalten, das nach seinen optischen Eigenschaften vielleicht als Prehnit bestimmt werden darf. Grüner Augit fand sich in zwei Kaolinproben.

Zur Erklärung der Kaolinbildung wird von Siegert die Verwitterung herangezogen. Betrachtet man jedoch den Gang der normalen Verwitterung, wie er sich theilweise gar nicht weit von den Kaolinvorkommen selbst gut beobachten lässt, wie er übrigens auch von Siegert ausführlich beschrieben wird, so erkennt man, dass der Porphyr dabei durch mechanische Auflockerung zu einem scharfen, sandigen Grus zerfällt, der stellenweise eine bis zu mehreren Metern mächtige Schicht auf dem Porphyr bildet und in dessen Gebiet ziemlich gleichmässig verbreitet ist, aber keine sonstige Umwandlung erkennen lässt und keine Spur von Kaolinerde enthält. Vergleicht man damit den halbkaolinisirten Porphyr, so ist ein bedeutender Unterschied vorhanden: von einer Auflockerung ist gar nichts zu bemerken, dagegen sind im sonst fest und frisch gebliebenen Gestein die Feldspatheinsprenglinge völlig kaolinisirt. Beide Arten von Zersetzungsproducten können unmöglich miteinander verwechselt werden: auf der einen Seite der lockere, sandige Verwitterungsgrus, dessen Feldspäthe nicht nennenswerth verändert erscheinen, auf der anderen Seite das sonst noch völlig feste Gestein, das in grossen Steinbrüchen mittelst Dynamitsprengung gebrochen und als Chausseematerial benutzt wird, dessen Feldspatheinsprenglinge aber schon völlig kaolinisirt sind; dort intensive mechanische und kaum nennenswerthe chemische Zersetzung, hier nur die letztere, und zwar in intensivster Weise.

Dazu kommt noch, dass die Kaolinisirung den Porphyr nicht überall gleichmässig ergriffen hat, sondern nur nesterweise, an vereinzelten Stellen, und zwar hier bis zu unbekannter, jedenfalls aber sehr grosser Tiefe, sowie, dass sich auch hier die am völligsten kaolinisirten Partien nur strichweise finden. Daraus scheint mit ziemlicher Sicherheit hervorzugehen, dass es nur locale, von Spalten und Klüften aus wirkende Agentien gewesen sind, welche die Kaolinisirung hervorgebracht haben, und zwar müssen dieselben weit intensiver als die bei der Verwitterung thätigen gewirkt haben. Anhaltspunkte für deren Zusammensetzung haben wir nicht, doch können sie wohl kaum anderen als postvulcanen Processen ihren Ursprung verdanken und sind dann wahrscheinlich im Gefolge der Porphyreruption selbst aufgetreten.

48. Die Kaolinvorkommen der Gegend von Meissen in Sachsen [1].

In der Gegend von Meissen treten Eruptivgesteine in grosser Mannigfaltigkeit und weiter Verbreitung auf, so besonders Granite, Syenite, Porphyre und endlich Pechstein. Von allen diesen zahlreichen Feldspathgesteinen treten auffälligerweise nur (untergeordnet) der Pechstein, viel häufiger aber der diesem genetisch und structurell ausserordentlich nahe verwandte, sogen. „Dobritzer Porphyr" kaolinisirt auf, welcher mit dem vorigen durch felsitische Übergangsstufen verbunden ist.

Die Kaolinvorkommen liegen hauptsächlich auf einem Streifen, der von Schieritz im N. über Seilitz, Mehren und Schletta, und Löthain bis zum Triebischthal reicht, in welchem am nördlichen Thalrande, wenig oberhalb Buschbad, halbkaolinisirter Porphyr ansteht. Die Kaolinlagerstätten breiten sich nicht nach Art einer Verwitterungszone mehr oder weniger gleichmässig über das ganze Gebiet ihrer Ursprungsgesteine aus, sondern sie bilden vereinzelte Nester und Streifen, welche zwar manchmal nicht unbedeutende Dimensionen erreichen, aber stets von unzersetztem Gestein umgeben sind, und deren Anordnung mit der Richtung der Pechsteingänge ungefähr zusammenzufallen scheint. Die Mächtigkeit der Kaolinvorkommen nach der Tiefe ist unbekannt, beträgt aber jedenfalls über 20 m. In horizontaler Richtung gehen die Kaolinvorkommen allenthalben in frisches, unzersetztes Gestein über, während ein solcher Übergang nach der Tiefe nirgends zu beobachten ist. Auch innerhalb der Kaolinvorkommen selbst ist der Grad der Kaolinisirung sehr wechselnd, oft erscheinen ausgedehnte Platten von Porphyr noch unzersetzt, während theilweise darunter das Gestein völlig kaolinisirt ist. Überhaupt lässt sich auch innerhalb der Kaolinlager selbst eine streifenweise Anordnung der kaolinreicheren Partien beobachten, unabhängig von der Tagesoberfläche. Besonders ausgeprägt ist stellenweise eine plattige Absonderung, so dass das ganze Gestein dann aus abwechselnd stark kaolinisirten und schwach oder kaum zersetzten Porphyrplatten aufgebaut erscheint.

[1] Sauer (234), Bischof (16), Derby (64).

Durchschnittlich ist die an mehreren Punkten mittelst Tiefbauten gewonnene Kaolinerde, deren Verwerthung jedoch neuerdings zurückgegangen ist, und wie die Ausdehnung der Vorkommen überhaupt dem Weltruf dieser ältesten bekannten deutschen Kaolinlagerstätte durchaus nicht entspricht, nicht sehr reich an ausschlämmbarem Material; letzteres stellt jedoch einen sehr rein weissen und technisch sehr guten, wenngleich ziemlich unplastischen Kaolin dar.

Der grösste Theil der Kaolinerde ist aus dem Porphyr entstanden, während die aus den glasigen Ausbildungsformen des Pechsteins entstandenen Varietäten, die einen blassgrünlichen Thon darstellen, wegen geringerer Feuerfestigkeit nicht verwerthet werden.

Bei der mechanischen Gesteinsanalyse dreier aus Porphyr hervorgegangener Kaolinerden von Seilitz und Löthain fanden sich ausser Quarz und zahlreichen unzersetzten Porphyrbröckchen einige accessorische Gemengtheile in geringer Menge, nämlich je zweimal Titaneisen mit Leukoxenbildung und blaue Krystallkörnchen von Anatas; nur je einmal fanden sich Rutil und Hussakit, sowie etwas Eisenspath; der letztere ist wohl zweifellos eine der Kaolinisirung des Gesteins gleichzeitige Neubildung, deren Gegenwart auf das Vorhandensein von Kohlensäure unter den kaolinisirenden Agentien schliessen lässt.

In einer Probe von kaolinisirtem Pechstein fanden sich gleichfalls einige accessorische Gemengtheile in vereinzelten Körnchen, nämlich Leukoxen, Anatas, Rutil mit deutlicher Zwillingslamellirung und wenig Turmalin.

Schon ein oberflächlicher Vergleich des normalen Verwitterungsproductes des dortigen Porphyrs, eines sandigen Gruses, mit der Kaolinerde zeigt, dass beide unmöglich verwechselt werden können: dort fast nur mechanische Auflockerung, hier intensivste chemische Zersetzung ohne erstere. Aber auch die ganze Art und Weise des Vorkommens der Kaolinerde, sowie der halbkaolinisirten Gesteine, die eine Abnahme des Kaolingehaltes nach der Tiefe, also einen Zusammenhang mit der Oberfläche nicht erkennen lassen, dagegen in horizontaler Richtung in unzersetztes Gestein übergehen und nur vereinzelte Streifen und Nester in

demselben bilden, kennzeichnet sie als ganz locale, mit Klüften in Zusammenhang stehende Bildungen. Welcher Art die Agentien waren, welche die Zersetzung des Gesteins hervorbrachten, lässt sich nicht feststellen, doch erscheint es Mangels jeden Zusammenhangs der Kaolinvorkommen mit der Oberfläche und deren Bildungen wahrscheinlich, dass sie aus der Tiefe kamen und sich auf Klüften in dem Gestein verbreiteten. Die Richtung dieser Klüfte, welche sich noch durch die streifenweise Anordnung der Kaolinvorkommen zu documentiren scheint, weist wohl auf einen Zusammenhang mit den ihnen anscheinend meist parallelen Pechsteingängen hin, und vielleicht darf man annehmen, dass die Kaolinisirung als ein postvulcaner Process der Pechsteineruption aufzufassen ist, der wohl durch aus der Tiefe aufsteigende Dämpfe und heisse Lösungen verursacht wurde.

49. Bei Altenburg (Herzogthum Sachsen-Altenburg)

soll gleichfalls kaolinisirter Quarzporphyr vorkommen, doch hatte ich leider keine Gelegenheit, Genaueres darüber zu erfahren.

Erwähnt sei hier, dass auch die Kaolinsandsteine Thüringens wahrscheinlich aus kaolinisirtem Quarzporphyr stammen, da im Thüringer Wald in weiter Verbreitung unzersetzter Quarzporphyr vorkommt; doch ist ihre ursprüngliche Lagerstätte nicht bekannt.

Bei Gaudry in Nièvre kommt nach Goudron du Coudroy (303) ein Porphyr kaolinisirt vor; das Kaolinlager ist von Adern von Flussspath und Zinnerz durchsetzt, zwei Mineralien, welche die genetische Zugehörigkeit dieser Lagerstätte zur Zinnerzformation wohl ausser Zweifel stellen.

i) Kaolinisirte Liparite, Trachyte, Rhyolithe und verwandte Gesteine.

50. Ungarische Kaolinerden[1].

Über das Vorkommen von Kaolinbildung im Nebengestein der ungarischen Goldgänge ist schon an früherer Stelle ge-

[1] v. Matyasovszky und Petrik (190), Fabinyi (79), Petrik (207) (208) (209), v. Kalecsinszky (142) (143), Ws. (291).

sprochen worden; aber auch ausserhalb derselben kommt in Ungarn Kaolinerde vor, wenngleich dieselbe bislang wegen ihres meist sehr hohen Gehalts an Kieselsäure wohl kaum in grösserem Maassstabe zur Porcellanfabrikation Verwendung findet.

Im ungarischen Erzgebirge findet sich bei Hollóháza und Radvany (Com. Abauj) Kaolinerde auf primärer Lagerstätte, in grossen Nestern und Gängen, welche abgebaut werden, aber ein unplastisches, sehr kieselsäurereiches Material liefern; sie stammt hier aus Rhyolith.

Aus dem gleichen Gestein (oder aus Trachyt) ist die gleichfalls auf primärer Lagerstätte befindliche Kaolinerde von Sztrajuyan, unweit Nagy-Mihaly, und von Dubrinics (Com. Ungvár) in den nordwestungarischen „Waldkarpathen" hervorgegangen; die Ausbeutung des neben Quarz 46 % ausschlämmbaren, aber sehr kieselsäurereichen und unplastischen Kaolin enthaltenden Materials soll sehr gering sein.

Ob es sich bei den Vorkommen von Telkibanya (Com. Abauj-Torna) und von Beregszasz und Kovászó (Com. Bereg) um Kaolinerde auf primärer Lagerstätte handelt, geht aus der Literatur nicht klar hervor: die genannten Vorkommnisse sollen aus Trachyt entstanden sein.

Auf secundärer Lagerstätte befindet sich eine sehr quarzhaltige Kaolinerde bei Derecske unweit Debreczen in Mittelungarn, die ca. 68 % ausschlämmbaren, plastischen Kaolin und wenig Schwefelkies enthalten soll.

Auf primärer Lagerstätte kommt bei Parva (Com. Szolnok-Naszod in Siebenbürgen) Kaolinerde vor, die nach A. Koch (155) aus einem rhyolithischen Quarzandesit (Dacit) hervorgegangen ist, welcher gangförmig im Fischschuppenschiefer des Unteroligocän auftritt.

51. Roccastrada, Provinz Grosseto, Italien.

An diesem Orte kommt nach Matteucci (188) (189) Kaolinerde als Zersetzungsproduct von Trachyt vor.

k) Verschiedene andere kaolinisirte Gesteine.

Ausser Graniten, Quarzporphyren u. s. w. treten vereinzelt auch andere Gesteine kaolinisirt auf, doch haben diese

Vorkommnisse keine besondere Bedeutung, die schon erwähnten kaolinisirten Augitandesite von den ungarischen Goldgängen ausgenommen, und daher sollen dieselben hier nur kurz aufgezählt werden.

Von Pardinsky-Kamenj im Ural erwähnt Sajtzew (226) ein Lager von Kaolinerde im „Uralitsyenit".

Bei Kuschminsk im Ural ist nach G. Rose (220) und Bischof (16) ein Augitporphyr derart umgewandelt, dass gleichzeitig der Augit desselben zu Uralit und sein Labrador zu Kaolin geworden ist.

Bei Tannhof und am Buschberg bei Zwickau in Sachsen ist nach Jenzsch (136) (137) ein Melaphyr zu einer thonigen Substanz zersetzt.

In den isländischen Schwefeldistricten ist nach Davies (57) der Palagonit, ein basaltisches Gesteinsglas, durch postvulcanische Gasexhalationen theilweise zu einem Thon umgewandelt.

Auf der Ottogrube in Schachten bei Waldsassen ist nach Gümbel (114) „ein Quarzschiefer durch Kaolinisirung der feldspathartigen Beimengungen gelockert"; eine Aufklärung über das Vorkommen vermag ich nicht zu geben.

Bei Jösingfjord im Ekersund-Soggendal im südlichen Norwegen wird nach J. H. L. Vogt (276) ein Kaolinlager im Labradorit abgebaut.

Im Cripple Creek-District in Amerika ist nach Cross und Penrose (49) neben Granit auch Phonolith und eine Andesitbreccie kaolinisirt.

Kaolinerden auf secundärer Lagerstätte.

Durch den natürlichen Wassertransport gehen aus den kaolinisirten Gesteinen drei verschiedene Arten von Sedimentärgesteinen hervor, nämlich die Kaolinsandsteine, die Kaolinthone und endlich die echten, feuerfesten Thone; eine scharfe Scheidung dieser drei Glieder ist meistens möglich, doch kommen natürlich auch Übergänge zwischen ihnen vor. Von diesen Typen stehen die Kaolinsandsteine den ursprünglichen Gesteinen noch am nächsten, sowohl in der Zusammensetzung, da sie von den kaolinisirten Graniten u. s. w. meist nur im Kaolingehalt abweichen, wel-

cher durch Wegführung eines Theiles des leichten Kaolins und entsprechende Anreicherung der schwereren Mineralien (Quarz u. s. w.) ein geringerer geworden ist, als auch in der Structur, welche in manchen Fällen der granitischen so ähnelt, dass eine Unterscheidung von Kaolinerde auf primärer Lagerstätte nach der Structur überhaupt nicht gegeben werden kann. Der Kaolingehalt der Kaolinsandsteine übersteigt selten 20 % und sinkt in den meisten Fällen bis auf wenige Procente herab. Entstanden sind die kaolinreicheren Kaolinsandsteine offenbar durch langsamen Wassertransport, wobei nur ein Theil des Kaolins ausgewaschen und weiter weggeführt wurde; die kaolinarmen können wohl auch durch weiteren Transport hervorgegangen sein, wenn auf dem Boden eines Sees etwa, in dessen Wasser nur noch wenig Kaolin suspendirt war, der letztere sich mit Sand u. s. w. zusammen absetzte. Sehr ausgedehnt ist das Vorkommen eines meist nur geringen Kaolingehaltes in den Keupersandsteinen Süddeutschlands, welcher wohl gewöhnlich in der zuletzt angegebenen Weise entstanden sein mag; meist sind diese kaolinhaltigen Sandsteine nicht verwerthbar. Im Folgenden sind die wichtigsten mir bekannt gewordenen Kaolinsandsteingebiete nebst Angabe des geologischen Alters aufgeführt:

Hirschau und Schnaittenbach (Oberpfalz)	Keuper.
Kohlberg (Oberpfalz)	Rothliegendes.
Thüringen	Mittl. Buntsandstein.
Gegend von Pilsen (Böhmen)	Carbon.
Decize in Nièvre (Frankreich)	Rhät.
Les Eyzies in Dordogne (Frankreich) .	Untere Kreide.

Häufig ist die ursprüngliche Lagerstätte der Kaolinerde nicht mehr festzustellen.

Wenn der Kaolingehalt sich anreichert, so gehen die Kaolinsandsteine über in Kaolinthone, welche wenig oder gar keine fremden Bestandtheile mehr enthalten und auf natürlichem Wege mehr oder weniger rein ausgeschlämmte Kaoline darstellen; diese finden sich häufig in der Nachbarschaft von Kaolinsandsteinen und von Kaolinerden auf primärer Lagerstätte; sehr typisch kommen sie z. B. in der Gegend von Wildstein in Böhmen vor. Die Kaolinthone gehen bei weiterem Wassertransport in echte, feuerfeste Thone

über, welche in ihren reinsten Varietäten auch noch als Kaolinthone bezeichnet werden und von den letzteren nicht scharf geschieden werden können; dieselben finden sich häufig noch in der Nähe von Kaolinlagerstätten, wie z. B. bei Löthain unweit Meissen, Cöllme und Benstedt in der Gegend von Halle a. S., Putschirn u. s. w. bei Karlsbad; oder ihre ursprüngliche Lagerstätte ist nicht mehr bekannt, wie z. B. bei den Westerwälder und Pfälzer feuerfesten Thonen, und in diesem Falle lässt nur noch ihre Zusammensetzung aus Kaolinit die Entstehung aus Kaolinerde durch Wassertransport erkennen. Scharf geschieden werden müssen diese echten, feuerfesten Thone, welche vielleicht als „Kaolinitthone" zu bezeichnen wären, von den kaolinitfreien Verwitterungsthonen, die besser nur Letten genannt würden.

1) Die Kaolinsandsteine der Oberpfalz.

Die Keupersandsteine der Oberpfalz sind in weitester Ausdehnung kaolinführend, so dass Versuche auf Kaolinerde sich an zahlreichen Orten finden, die aber meist wegen des geringen Kaolingehalts bald wieder aufgegeben worden sind. Nur an zwei Orten werden solche kaolinhaltige Sandsteine noch heute in grösserem Umfange abgebaut, nämlich in der Gegend von Hirschau und bei Kohlberg; die letzteren liegen übrigens nach Gümbel nicht wie die anderen im Keuper, sondern im Rothliegenden.

52. Hirschau und Schnaittenbach bei Amberg.

Die Kaolinsandsteine dieser Fundorte gehören nach Gümbel (112) (114) dem Keuper an; sie bilden einen am südlichen Abhang des Ehenbachthales sich hinziehenden, etwa 5 km langen und wechselnd ca. 50—150 m breiten Streifen, der bei Schnaittenbach anfängt und ungefähr in der Nähe der Steingutfabrik unterhalb Hirschau endigt. Sie gehen im Streichen nach beiden Seiten in einen sehr feldspathreichen Keupersandstein über, und ihre Qualität ist auch innerhalb der kaolinreichen Zone nicht gleichbleibend, sondern wird thalabwärts bei Hirschau selbst etwas geringer; sie enthalten an den kaolinreichsten Stellen ca. 10—18 % Kaolin, der ausgeschlämmt wird und hauptsächlich zur Papierfabrikation Verwendung

findet. Die älteren Gruben lagen wenig südöstlich von Hirschau, sind aber jetzt ausgebeutet: gegenwärtig befinden sich grosse Tagebauten beim Scharhof zwischen Hirschau und Schnaittenbach (Gruben Gebr. Dorfner und Davidsohn) und in der Nähe des letztgenannten Ortes (Gruben Kick und Ernst Dorfner). Die Kaolinerde findet sich hier unter einem meist ca. 2–3 m mächtigen Abraum von Letten etc., und ist in den verschiedenen Schichten von wechselnder Qualität und theilweise von Streifen von Thon und Sand durchzogen: die ganze Mächtigkeit der kaolinführenden Schichten ist bisher nicht bekannt, beträgt aber jedenfalls über 20 m.

Es wurden Proben von den drei oben zuerst genannten Gruben der mechanischen Gesteinsanalyse unterworfen und dazu je eine grob- und eine feinkörnige Varietät ausgesucht. Der Mineralreichthum der Kaolinsandsteine, in denen ja die schwereren Bestandtheile neben dem Quarz stark angereichert sind, zeigte sich auch hier. Titaneisen mit Leukoxenbildung fand sich allenthalben, z. Th. in ansehnlicher Menge, daneben in fünf Fällen Rutil und überall gelber und blauer Anatas. Bemerkenswerth ist der Reichthum aller Proben an Monazit; ausserdem wurden beobachtet: viel Hussakit, z. Th. mit deutlichem Pleochroismus, bei allen sechs Proben, und in drei Fällen neben Zirkon; röthlicher Andalusit zweimal; Chrysoberyll, theils gelb, theils farblos, und wie gewöhnlich mit starker, wechselnder Dispersion, ebenfalls zweimal; je einmal und nur vereinzelt: Titanit, Staurolith und Sillimanit; in fünf Fällen brauner und blauer Turmalin; endlich einmal ein farbloses, oben schon näher beschriebenes Mineral, das vielleicht mit Phenakit zu identificiren ist. Glimmer, und zwar Muscovit, wurde nur zweimal gefunden.

Die ursprüngliche Lagerstätte der Kaolinerde dieser Vorkommnisse ist nicht bekannt, doch stammen sie zweifellos aus dem Granit, welcher dort in der ganzen Gegend das Gebirgsmassiv zusammensetzt; in der Nähe der Kaolinvorkommen liegt ein grosses Granitwerk, in dem ein Granit von seltener Frische gebrochen wird; auf den Kluftflächen desselben konnte ich schwache Überzüge von Kaolin beobachten; dass die normale Verwitterung dieses Granits aber nicht zu Kaolin führt, lässt

sich an seinen Verwitterungsproducten auf den Feldern allenthalben erkennen.

Die Art des Kaolinvorkommens, das einen langen, schmalen Streifen bildet, ist sehr merkwürdig; dazu kommt, dass sich im Kaolinsandstein vielfach noch grössere förmliche Pseudomorphosen von Kaolin nach Feldspath finden, welche sogar die Spaltbarkeit des letzteren noch deutlich erkennen lassen, und die dem Gestein ein ganz granitisches Aussehen verleihen, bei intensivem und weitem Wassertransport aber doch gänzlich zerrieben sein müssten. Daraus geht hervor, dass der Kaolin nicht weit hergeführt sein kann, sondern aus der nächsten Nähe stammen muss, sowie dass er nicht durch rasch fliessendes Wasser, sondern durch langsamen Transport an seine jetzige Stelle gekommen ist. Aus allem scheint hervorzugehen, dass die ursprüngliche Lagerstätte der Kaolinerde sich am oberen Ende des Streifens von Kaolinsandstein bei Schnaittenbach finden muss, die hier nur ein vereinzeltes Nest bilden kann, da der umgebende Granit völlig frisch ist, sowie dass der Kaolin von hier aus in einer langsam thalabwärts sich bewegenden Schlamm- und Sandmasse vom Wasser fortgeführt und an seine jetzige Stelle gebracht worden ist. Wahrscheinlich war hier früher ein Seebecken vorhanden, dessen Ufer von Schnaittenbach bis gegen Hirschau hin von einem Nest von Kaolinerde gebildet wurde.

53. Kohlberg.

Das bei Kohlberg, nur ca. 7 km nördlich von Schnaittenbach befindliche Lager von Kaolinsandstein steht wegen der geringen räumlichen Entfernung wohl mit dem dortigen Kaolinvorkommen in genetischem Zusammenhang, dem es in der Art des Vorkommens völlig gleicht, obwohl es nach Gümbel dem Rothliegenden angehören soll; es besitzt räumlich nur geringe Ausdehnung. Wegen der bedeutenden Korngrösse der Bestandtheile des Kaolinsandsteins scheint es aus einem kaolinisirten Pegmatit zu stammen, wofür auch die ungewöhnlich grossen Dimensionen der accessorischen Gemengtheile sprechen. Es wurden drei verschiedene Proben der mechanischen Gesteinsanalyse unterworfen. Die Kaolinerde enthält theilweise noch sehr viel Feldspathreste. Von accessorischen Mineralien

wurden folgende beobachtet: Hussakit und Monazit in grosser Menge und ungewöhnlich grossen Kryställchen, Rutil, Titaneisen mit Leukoxen, farbloser, blauer und gelber Anatas (z. Th. ganz mit Leukoxen verwachsen und also offenbar gleich diesem eine Neubildung aus Titaneisen), ferner brauner Turmalin; während diese Gemengtheile allen drei untersuchten Proben gemeinsam waren, fanden sich nur je einmal: Chlorit, vielleicht als Zersetzungsproduct von Biotit, der in einer anderen Probe auch frisch vorkommt, Staurolith und ein auch bei Hirschau als muthmasslicher Phenakit erwähntes und an früherer Stelle beschriebenes Mineral.

Von sonstigen Kaolinvorkommen dieser Gegend ist nichts bekannt, gewiss eine unerklärliche Thatsache, wenn Kaolin das normale Verwitterungsproduct des dort allenthalben so weit verbreiteten Granits wäre.

Gümbel (112) (114) erwähnt noch zwei Vorkommen von kaolinreicherem Keupersandstein von Tanzfleck und Neunaigen, deren genaue Lage mir nicht bekannt geworden ist, sowie ein unbedeutendes Lager desselben am Keilberg bei Regensburg, das früher ausgebeutet worden ist.

m) Sonstige Vorkommen von Kaolinsandstein.

54. Die Kaolinsandsteine Thüringens[1].

Die Thüringer Kaolinsandsteine gehören sämmtlich der mittleren Stufe des Buntsandsteins an; sie wurden früher an sehr vielen Stellen für die Zwecke der Porcellanindustrie ausgebeutet; doch hat ihre Verwerthung jetzt nachgelassen wohl wegen ihres häufig geringen Gehaltes an ausschlämmbarem Material und ihrer gewöhnlich nicht genügend weissen Farbe. Hauptfundorte sind: Eisenberg, Osterfeld, Weissenfels, Uhlstedt, Martinrode, Scheibe, Steinheid und Gleina bei Köstritz.

In den Schlämmrückständen einer Probe von Steinheid, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, fand ich weitaus vorherrschend Quarz, daneben einige accessorische Gemengtheile, nämlich: Titaneisen mit Leukoxenbildung, ziemlich

[1] J. C. W. Voigt (277), Lapparent (164), Lincke (176), E. E. Schmid (242), H. Herold (121), H. Loretz (180).

viel gelbe, gerundete Körner von Rutil, recht scharfe, meist ziemlich langprismatisch ausgebildete Kryställchen von Hussakit und daneben solche von Zirkon; den letzteren hat schon E. E. Schmid gefunden, aber nicht erkannt und als „Mikroschörlit" beschrieben; endlich viel braunen Turmalin. Was für ein Mineral Schmid mit seinem „Mikrovermikulit" gemeint hat, weiss ich nicht.

Die Thüringer Kaolinsandsteine stammen wohl aus Porphyr, der im Thüringer Wald in grösserer Verbreitung vorkommt, doch ist ihre Herkunft bis jetzt nicht sicher festgestellt.

55. Kaolinsandstein von der Türkismühle a. d. Nahe (Rheinprovinz).

Eine Probe von diesem Fundorte enthielt sehr viel sehr feinen Quarzsand und war etwas eisenschüssig. Von accessorischen Gemengtheilen fand ich darin Titaneisen mit Leukoxen, Titanit, und ein Mineral, das nach seinen optischen Eigenschaften vielleicht Prehnit ist; Derby (64) hat in einer Probe vom gleichen Fundorte auch Zirkon gefunden. Über das Vorkommen habe ich leider nichts Genaueres erfahren können.

56. Kaolinsandsteine der Gegend von Pilsen in Böhmen (Nyřan, Oberbřis, Kottiken, Ledeč, Tremosna, Letkov, Vorlik, Krkavec, Mrtnik, Lité, Lině, Duešice)[1].

Die Kaolinsandsteine, welche in der Gegend von Pilsen ziemlich verbreitet sind, gehören der Steinkohlenformation an und enthalten nach Micksch (194) (195) bei Kottiken verkieselte Baumstämme. Die ursprüngliche Lagerstätte der Kaolinerden ist ebenso wie das Gestein, aus welchem sie hervorgegangen sind, unbekannt. Zur Verwendung werden die Kaolinsandsteine ausgeschlämmt und der Kaolin wird in der Papierindustrie gebraucht.

Zwei Proben von Ledeč und Oberbřis bei Pilsen, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, erwiesen sich als besonders mineralreich, eine Erscheinung, welche bei allen Kaolinsandsteinen zu beobachten ist und sich dadurch erklärt, dass in denselben die dem Kaolin gegenüber schwereren Gesteinsgemengtheile angereichert sind. Die Probe von Oberbřis

[1] Vergl. C. Purkyně (298).

enthielt noch etwas frischen Biotit, was in einem Sedimentärgestein sehr auffällig ist. Rutil in braungelben, gerundeten Körnern fand sich in beiden untersuchten Proben, ebenso hellgelbe, gerundete Körner von Monazit und abgerollte Kryställchen von Hussakit, die deutlichen Pleochroismus zeigten. Titaneisen mit Leukoxenbildung fand sich nur im Kaolinsandstein von Ledeč daselbst neben Pyrit; in der Probe von Oberbřis wurden noch Chrysoberyll wie gewöhnlich mit sehr starker Dispersion, Dumortierit mit dem charakteristischen lebhaften Pleochroismus und blaue tafelige Kryställchen von Anatas beobachtet. In der gleichen Varietät wurde auch ein lebhaft blaues Mineral mit starkem Pleochroismus c = blau, b = lichtblau, a = lichtergrün gefunden, das schon an früherer Stelle genauer beschrieben ist und mit Sicherheit als Disthen bestimmt werden konnte, obwohl es in einigen Punkten von den gewöhnlichen Vorkommen desselben abweicht. Ferner wurde in beiden Kaolinproben brauner Turmalin gefunden und in der Probe von Ledeč konnte auch Topas nach seinen optischen Eigenschaften mit Sicherheit bestimmt werden. Vielleicht giebt die Gegenwart dieser Mineralien, die doch wohl wie die übrigen aus dem kaolinisirten Gestein stammen, einen interessanten Fingerzeig für die Bildungsweise der Kaolinlagerstätte, doch lässt sich zunächst über letztere nichts sagen, da die Herkunft dieser Kaolinsandsteine noch nicht bekannt ist.

57. In Frankreich[1]

kommen Kaolinsandsteine an mehreren Orten vor, so bei Les Eyzies in der Dordogne (in der unteren Kreide), Decize in Nièvre, hier mit Kaolinthon zusammen, und nach Lefort im Rhät auftretend, sowie nach Brongniart (34) bei Husson und Souxillange in der Auvergne.

n) Kaolinthone.

58. Wildstein, Kreis Eger, Böhmen.

In der Gegend von Wildstein kommen nur auf secundärer Lagerstätte befindliche jungtertiäre Kaolinthone

[1] Fuchs und De Launay (99), Lefort (171), Auscher (5), Auscher und Quillard (6) u. A.

vor, welche theilweise mit feuerfesten plastischen Thonen wechsellagern und selbst in solche übergehen, wegen ihrer rein weissen Farbe aber doch als Kaolinthone bezeichnet werden dürfen. Sie finden hauptsächlich in der Chamotteindustrie und, in den reineren Varietäten, zur Papierfabrikation Verwendung. Die Kaolinthone liegen allenthalben nur in sehr geringer Tiefe unter der Oberfläche und oft zeigt die weisse Farbe der Maulwurfshaufen auf den Feldern schon das Vorhandensein eines Kaolinlagers an. Die ursprüngliche Lagerstätte des Kaolins ist nicht bekannt, doch stammen sie wohl aus dem benachbarten grosskörnigen Granit der Gegend von Altenteich, welcher auch beim Bahnhof Wildstein in 70 m Tiefe erbohrt worden ist. Dieser Granit ist dem in der Oberpfalz weiter verbreiteten, bei Tirschenreuth und Kornthann gleichfalls kaolinisirt vorkommenden ausserordentlich ähnlich; er ist ungewöhnlich reich an Glimmer, vorwiegend Muscovit, wodurch sich die starke Verunreinigung vieler dortiger Kaolinthone durch Glimmer erklärt. Die Verwitterung dieses Granits führt aber, wie überall, so auch hier, nicht zur Bildung von Kaolinerde, sondern zu einem sandigen Grus, wie sich an den Verwitterungsproducten auf den Feldern u. s. w. allenthalben leicht beobachten lässt.

Bei Wildstein selbst werden hauptsächlich feuerfeste, plastische Thone gegraben, die besonders als Steinzeugthone zu schätzen sind, unter deren Schichten aber die oberste so weiss und rein ist, dass man sie wohl als Kaolinthon bezeichnen darf; sie ist etwas durch Quarzkörner verunreinigt, enthält dagegen, im Gegensatz zu vielen anderen Vorkommen dieser Gegend, nur sehr wenig glimmerige Beimengungen. Sehr reich ist dieser Kaolinthon an schweren, accessorischen Gemengtheilen, was bei einem, auf natürlichem Wege ziemlich rein ausgeschlämmten Kaolin sehr auffallend und wohl nur durch die geringen Dimensionen der Beimengungen zu erklären ist.

Östlich von Wildstein bei Dürr und im Walde bei Neudorf kommen ebenfalls ziemlich reine, weisse Kaolinthone vor, welche fast nur durch Muscovit, aber in so hohem Maasse verunreinigt sind, dass ihre Verwendbarkeit sehr darunter leidet. Die Herkunft dieses Glimmers aus dem

Granit der Gegend wurde schon oben wahrscheinlich gemacht. Eine Probe von Dürr enthielt ausser Muscovit gar keine Beimengungen, während eine solche von einer Grube im Walde nach Neudorf zu an letzteren wiederum ziemlich reich ist.

Nördlich von Dürr, bei Klinghart, findet sich gleichfalls eine Grube auf Kaolinthon; das in diesem Tagebau geförderte Material ist ausser durch Muscovit auch durch Quarz verunreinigt.

Bei Grossloh, westlich von Klinghart und nördlich von Wildstein, wird ein sehr quarzreicher Kaolinthon gegraben, in welchem aber sehr rein ausgeschlämmte Butzen und Flecken vorkommen, welche in der Grube gesondert ausgehalten werden; dieser Kaolinthon enthält neben viel Muscovit auch etwas frischen Biotit, dessen Vorkommen in einem Sedimentärgestein sehr befremden muss, da mit der Ausbleichung des Biotits überall die Verwitterung der Granite beginnt.

Von den accessorischen Gemengtheilen der Kaolinthone der Gegend von Wildstein kehren, ausser in dem von schwereren Bestandtheilen überhaupt völlig freien Kaolinthon von Dürr, an allen erwähnten Fundorten Titaneisen, Rutil und Anatas wieder, letzterer in einer Probe von Grossloh deutlich pleochroitisch E blau $>$ O gelb. Dieselbe allgemeine Verbreitung besitzt der Turmalin, welcher besonders in braunen Varietäten und in nicht geringer Menge allenthalben vorkommt. Hussakit wurde nur in drei von fünf untersuchten Proben, nämlich von Wildstein, Neudorf und Klinghart beobachtet und in denselben auch Chrysoberyll, der hier wie überall sich durch seine auffallenden optischen Anomalien auszeichnet. Die bisher genannten Gemengtheile, ausser dem Turmalin, weisen auch auf die Verwandtschaft des Ursprungsgesteins der dortigen Kaolinthone mit dem Tirschenreuther Granit hin, in welchem dieselben accessorischen Gemengtheile auftreten, noch grösser wird aber diese Ähnlichkeit durch das Vorkommen von lichtröthlichem Andalusit, der in Kaolinthonen von Neudorf und Klinghart nachgewiesen werden konnte, in beiden neben Monazit, welcher gleichfalls dem Tirschenreuther Granit nicht fremd ist. Im Wildsteiner Kaolinthon wurden ferner grüner Spinell, Staurolith, Titanit (z. Th. durch Zersetzung getrübt) und

rosafarbiger Granat beobachtet; letzterer besitzt schwache optische Anomalien. Kleine Nädelchen von Sillimanit, die im Kaolinthon von Klinghart gefunden wurden, zeigten schwachen Pleochroismus. Interessant für die genetischen Beziehungen der dortigen Kaolinlagerstätten erscheint endlich der Topas, welcher sich gleichfalls in einer Probe von dem letztgenannten Fundorte fand.

Bemerkenswerth, weil möglicherweise für die Entstehungsgeschichte der Kaolinvorkommen von Bedeutung, ist die Thatsache, dass alle Quellen im Gebiete der ebengenannten Kaolinlagerstätten Säuerlinge sind, sowie dass neuerdings angestellte Bohrungen grosse Kohlensäureausströmungen unter starkem Druck ergeben haben. Genügt es doch an manchen Stellen, z. B. bei Dürr, schon, mit dem Finger die Erde etwas aufzulockern, um Kohlensäure mit pfeifendem Geräusch entweichen zu hören.

59. In Russland

sind nach Zemiattschensky (292) Kaolinthone besonders im Gouvernement Jekaterinoslaw ziemlich verbreitet.

60. Bei Siegen

kommt nach Berthier (10) ein Kaolinthon vor, der angeblich nach demselben Autor aus Basalt entstanden sein soll, was allerdings wenig wahrscheinlich klingt.

o) Verschiedene Kaolinvorkommen.

In der Literatur findet sich noch eine nicht geringe Zahl von Kaolinlagerstätten erwähnt, über deren geologisches Vorkommen und Ursprungsgesteine ich nichts erfahren konnte. Sie sollen daher hier nur kurz zusammengestellt werden nebst Angabe der Quellen, welchen dieselben entnommen sind.

Sachsen.

1. In Frankenau bei Mittweida (295) ist neuerdings ein Kaolinlager erbohrt worden, das nach der Tiefe eine Mächtigkeit von über 30 m besitzt.

Schlesien.

2. Weissvorwerk bei Tiefenfurth unweit Rauscha, Kreis Bunzlau; wird abgebaut.

Böhmen.

3. Mühlhausen, Kreis Tabor; nach Zippe (293) ein Lager.

Ungarn.

4. Prinzdorf; nach Brongniart und Malaguti (36).

Frankreich.

5. Mont Dore, Auvergne; nach Turner (274).
6. Im Departement Lot- et Garonne; nach Lapparent (164).
7. Grimaud, Departement Var; nach Diday (66).
8. St. Tropez, Departement Var; nach Bischof (16) und Berthier.
9. Les Pieux bei Cherbourg; nach Brongniart und Malaguti (34)(36).
10. Mercus, Departement Ariège;
11. Clos de Madame, Departement Allier;
12. Mende, Lozère;
13. Chabrol, Puy de Dôme;

nach Brongniart und Malaguti (36).

England.

14. Plymton in Devonshire; nach Brongniart und Malaguti (36). In Devonshire soll viel Kaolin producirt werden.

Italien.

15. In der Lombardei; nach Lapparent (164).
16. Borgmanero in Piemont; nach Brongniart und Malaguti (34) (36).

Portugal.

17. Oporto; nach Brongniart und Malaguti (36).

Spanien.

18. Sargadelos in Galicien; nach Brongniart und Malaguti (36).
19. Torrolodones;
20. Galapagar;
21. Valdemorillo;
22. Puerto del Paular;
23. Cercedilla;

nach Calderon (39) 20—28 m mächtige Lager, welche ausgebeutet werden.

Russland.

24. Risansky bei St. Petersburg; nach Brongniart und Malaguti (34) (36).

Canada.

25. Amherst, Ottawa Co., Provinz Quebec; nach G. C. Hoffmann (134) ein Lager.
26. Grand Frenier, Co. of two Mountains, Provinz Quebec; nach G. C. Hoffmann (133) ein mächtiges Lager, dessen Kaolin viel Titanoxyd enthält.

Vereinigte Staaten von Amerika.

27. Jacksonville, Calhoun Co., Alabama; nach Dumington (68) ein Lager.

28. Wilmington und Newcastle, Delaware; nach Brongniart und Malaguti (36).

Vereinigte Staaten von Brasilien.

29. Villarica; nach Turner (274).

Britisch-Guayana.

30. Am Flusse Corentyne, von wo der Kaolin nach New York verschifft wird, sowie untergeordneter auch an den Flüssen Burbice und Demerara (297).

Japan.

31. In der Provinz Fizen finden sich nach Julien (141) reiche Kaolinlager.

p) Vorkommen von Kaolinit als selbständige Bildung.

Kaolinit, oft in wohlausgebildeten Kryställchen, kommt als offenbare Neubildung, also nicht als Umwandlungsproduct, auf Klüften und Gängen, und in Drusen mehrfach vor. Sein Auftreten, verwachsen mit anderen Mineralien, deren Entstehung durch Absatz aus heissen Lösungen sehr wahrscheinlich ist, oder auf dieselben aufgewachsen, scheint es wahrscheinlich zu machen, dass diese Neubildung auf gleichem Wege entstanden ist, und demnach müssen wohl diese heissen Wässer auch gelöste Thonerdesilicate enthalten haben. Frenzel (95) will thatsächlich im Absatze einer heissen Quelle von Monado in Nordcelebes neben Schwimmkiesel, Kieselsinter und Kalkspath auch Kaolinit gefunden haben.

In Verbindung mit Erzlagerstätten tritt Kaolinit, ausser in der schon früher beschriebenen Weise, als Umwandlungsproduct, auch als selbständige Neubildung auf, theilweise neben Vorkommen der ersteren Art, wie auf National-Bell-Mine (Red Mountain bei Silverton, San Juan County, Colorado)[1]; der Kaolinit kommt hier manchmal sehr schön auskrystallisirt vor, was den Anlass zu mehrfachen Untersuchungen gegeben hat, welche über die krystallographischen und optischen Eigenschaften desselben erst Licht verbreiteten, so dass dieses Vorkommen auch historisches Interesse besitzt; über die Art des Auftretens an diesem Fundort ist schon an früherer Stelle das Nöthige gesagt.

[1] Hills (125), Cross und Hillebrand (48), Le Chatelier (170), Reusch (213), Kasai (147).

Auf Antimonitgängen von Saint-Mary-le Plain bei Massiac (Depart. Cantal, Frankreich) kommt nach Lacroix (163) krystallisirter Kaolinit auf Drusen mit Antimonit vor.

Auch von den erzgebirgischen Erzlagerstätten wird krystallisirter Kaolinit mehrfach erwähnt, so von Brand bei Freiberg durch Breithaupt (30), nach dem schöne Krystalle von Kaolinit auf den dortigen Bleiglanzgängen vorkommen; ein anfänglich auch für „Nakrit" gehaltenes weisses Aggregat von Siebenlehn bei Freiberg ist nach Sandberger (228) Hydromagnesit. Auch von Pfaffengrün bei Joachimsthal ist krystallisirter Kaolinit, in Drusen eines eisenerzführenden Quarzbrockenganges, durch Sandberger (231) bekannt geworden. In den Erzlagerstätten von Schlaggenwald[1] in Böhmen soll ein weisses schuppiges Mineral als Ausfüllung von Hohlräumen vorgekommen sein, welches auch zum Kaolinit gehört. Im Wolfgangstollen des Bergbaus Brennthal kommen nach Weinschenk (284) weisse erdige Partien von Kaolinit vor.

In Schemnitz in Ungarn, von wo auch Kaolinerde bekannt ist, tritt nach J. L. Smith (262) Kaolinit als Gangart des Diaspors auf, und setzt zum Theil den sogenannten Dillnit zusammen, welcher Nester im Kalk bildet.

Auf Klüften und Hohlräumen in Schiefern der Steinkohlenformation ist Kaolinit mehrfach beobachtet worden, so nach Gümbel (115) im Kohlengebirge der Rheinpfalz, durch Nöggerath (203) in Spalten des Kohlensandsteins von Röhe bei Eschweiler, durch de Koninck (157) als Spaltenausfüllung in Sandsteinen und Schiefern der Steinkohlenformation von Bagatelle bei Visé, St. Gilles und La Chartreuse bei Lüttich in Belgien, endlich durch Guillemin (111), gleichfalls als Spaltenausfüllung verschiedener Gesteine der Steinkohlenformation, und theilweise deutlich auskrystallisirt, von Fins (Depart. Allier) und Mons.

Auf Hohlräumen eines Quarzbrockenganges, welcher in einem bläulichen Schiefer aufsetzt, kommt gut auskrystallisirter Kaolinit bei Porth-yr-hwch unweit Amlwch auf der Insel Anglesey vor; dorther stammt das Material zu den Untersuchungen von Dick (65) und Miers (193) am Kaolinit.

[1] Rücker (217), Glückselig (102).

Mit Korund kommt auf Naxos ein Mineral vor, das J. L. Smith (262) für Kaolinit hielt, Tschermak jedoch als Margarit bestimmte. Mit Pyrophyllit und Vestanit tritt nach Weibull (283) bei Vestanå in Norwegen krystallisirter Kaolinit auf.

Von Quenast in Belgien hat de Koninck (157) Kaolinit beschrieben, welcher dort mit Pyrit verwachsen in Partien in einem quarzhaltigen Diorit eingewachsen vorkommen soll.

Abweichend von den bisher genannten Vorkommnissen, und mehr an die Art des Auftretens von Nontronit erinnernd, scheint dasjenige von Neurode in Schlesien zu sein, welches Kosman (158) beschrieben hat. Nach diesem Autor ist ein im Liegenden der Steinkohlenflötze befindlicher und in einem zersetzten Gabbro auftretender Schieferthon von schwachen Schnüren und Bänken eines durch Nickel und Kupfer grün gefärbten Kaolinits durchschwärmt, welche von feinen Kupferkiesschmitzen, die auch Kobaltglanz und Antimonnickel enthalten, begleitet sind. An einer anderen Stelle soll eine solche, 1 m mächtige Bank durch fein eingesprengten Eisenspath grau gefärbt sein. Der obengenannte Autor glaubt, dass dieser Kaolinit aus dem Labrador des Gabbros stamme. Das auch von Lasaulx beschriebene (165) Vorkommen scheint an manche Vorkommnisse von Nontronit, der ja auch öfters in Schnüren Schiefergesteine durchsetzt, zu erinnern. Vielleicht handelt es sich jedoch nicht um Kaolinit, sondern um Pimelit.

Endlich bleibt noch das Auftreten von Kaolinit im Topasfels vom Schneckenstein in Sachsen nach W. S. Clark (48) zu erwähnen.

III. Allgemeine Betrachtungen über die Ursachen der Kaolinbildung in den Gesteinen.

Am weitesten verbreitet war seit Werner, und ist noch heute die Meinung, dass die Kaolinerde durch die normale Verwitterung aus den feldspathreichen Gesteinen hervorgeht[1]. Im Folgenden soll daher zuerst der normale Verlauf

[1] Werner (288), Berzelius (12), Turner (274), Bischof (16), Lipold (178), J. Roth (222), Santesson (232), Seger (251), Herrmann (122) (123) (124), Sauer (234), Brauns (29), Credner und sehr viele andere.

der Verwitterung bei den granitischen Gesteinen, aus denen der weitaus grösste Theil der Kaolinerden überhaupt hervorgegangen ist, eingehender verfolgt werden, um hierauf diesen Process mit dem der Kaolinbildung zu vergleichen.

Betrachtet man die **Verwitterung** der granitischen Gesteine[1], wie sie an allen Vorkommen derselben in weitester Verbreitung zu beobachten ist, so bemerkt man, dass der Gang derselben überall fast genau derselbe ist, und zu ganz ähnlichen, nur nach der ursprünglichen Zusammensetzung der Gesteine variabeln Zersetzungsproducten führt. Die Verwitterung beginnt damit, dass die granitischen Gesteine auf den Oberflächen ein schmutziges, trübes Aussehen bekommen; dasselbe rührt schon zum Theil von der mechanischen Auflockerung des Gesteins her, die bei weitergehender Zersetzung immer mehr sich geltend macht. Dieselbe wird durch die mechanische Wirkung der atmosphärischen Wässer und die Temperaturdifferenzen vorzugsweise bedingt. Das Wasser dringt in kleine Sprünge und Risse des Gesteins ein, und zersprengt dasselbe, sobald es sich infolge Frostes ausdehnt. In solcher Weise werden zuerst die äussere Zone, und dann allmählich auch tiefere Schichten des Gesteins aufgelockert, da immer wieder neue Sprünge entstehen, welche dem Wasser fortwährend neue Zufuhrwege öffnen. Von den so entstehenden Klüften aus verbreitet sich nach und nach die Auflockerung durch das ganze Gestein, häufig jedoch dabei den Spalt- bezw. Absonderungsrichtungen des Gesteins entsprechend, grössere oder kleinere, wollsackähnliche gerundete Blöcke und Bröckchen noch unzersetzt lassend, die dann in einen lockeren sandigen Grus eingebettet erscheinen und, wenn der letztere fortgewaschen wird, eigenartige Felsenmeere bilden können. Wenn die Zersetzungsproducte ungestört an der ursprünglichen Stelle bleiben, tritt allmählich ein völliger Zerfall des Gesteins zu einem lockeren sandigen Grus ein, welcher jedoch noch die ursprüngliche Gesteinsstructur, wenn auch etwas verwischt, erkennen lässt. Diese mechanische Auflockerung, welche in den Tropen in-

[1] Vergl. hierzu: Struve (267), Bischof (14) (15) (16), Crasso (45), Naumann (201), Delesse (60) (61), André (2), R. Schütze (246), Geldmacher (103), Bissinger (21) und andere.

folge der grossen Hitze und der stärkeren Temperaturdifferenzen zwischen Tag und Nacht eine intensivere ist als in den gemässigten Zonen, kann unter Umständen auch unter unseren Breiten ganz ansehnliche Tiefen erreichen, welche, wie z. B. im bayrischen Wald, an vielen Stellen 10 m erreichen können, sie endigt aber im Allgemeinen schon in einer Tiefe von 1—3 m, falls nicht eine theilweise mechanische Wegführung der Zersetzungsproducte stattfindet. Durch Zusammenschwemmen von Verwitterungsproducten an einzelnen Stellen können scheinbar mächtigere Verwitterungszonen entstehen.

Neben der mechanischen geht auch, in unseren Breiten aber in weitaus geringerem Maasse, eine chemische Zersetzung einher, welche mit der Ausbleichung des Biotits ihren Anfang nimmt, falls solcher vorhanden ist; das diesem entzogene Eisenoxyd giebt dann, in Form von Hydroxyden, dem Grus eine schmutzigrostbraune Färbung; in selteneren Fällen, nämlich dort, wo Moore vorhanden sind, wird das Eisenoxyd auch gelöst und weggeführt, so dass dann eine Ausbleichung des Gesteins eintreten kann. Erst ziemlich spät beginnt daneben der Umwandlungsprocess der Feldspäthe, während von den übrigen Hauptgesteinsgemengtheilen der Quarz und, abgesehen von der Ausbleichung durch Entziehung des Eisengehaltes, der Glimmer unverändert bleiben. Die Zersetzung der Feldspäthe ist in unseren Breiten nur eine sehr geringe und allmähliche, so dass man auch in der Ackererde noch sehr viele Feldspathreste findet, und eine völlige Zerstörung erst unter der Einwirkung der Organismen erfolgt. Zu allererst wird der Eisengehalt der Feldspäthe ausgelaugt, welcher weiterhin dasselbe Schicksal wie der aus dem Glimmer stammende hat. Auffallend ist, dass bei der weiteren Verwitterung nur der Kalk- und Natrongehalt der Feldspäthe gelöst und weggeführt wird, während der Kaligehalt erhalten bleibt, wie das fast völlige Fehlen eines Kaligehaltes in den Tagewässern und Quellen, heisse Quellen und Säuerlinge ausgenommen, beweist, und ausserdem auch Bauschanalysen der Verwitterungsproducte, in denen der Kaligehalt des ursprünglichen Gesteins fast unverändert geblieben ist, darthun. Dieser Kaligehalt wird erst durch die Organismen

den Verwitterungsproducten des Feldspaths entzogen. Die Agentien, welche bei der chemischen Wirkung der Verwitterung in Betracht kommen, sind fast ausschliesslich Wasser, der Sauerstoff der Luft und die in geringen Spuren im atmosphärischen Wasser gelöste Kohlensäure.

Nach Haushofer (117) soll destillirtes Wasser bei gewöhnlicher Temperatur in einer Woche bis zu 0,1 % Chloralkalien aus Granit lösen können; die gebildete Rinde des Zersetzungsproductes ist ein starkes Hinderniss für die weitere Einwirkung; Kohlensäure und Gyps befördern die Umwandlung etwas. Die wiedergegebene Zahl scheint vielleicht etwas zu hoch zu sein, auch ist auffallend, dass die Alkalien, welche doch wohl aus dem Feldspath stammen, als Chloralkalien gelöst sein sollen. Aus den Resultaten seiner Versuche berechnet Haushofer, dass die Regenmenge eines Jahres aus einer Granitfläche von 100 Quadratmeilen nur 15 g Alkalien auflösen könne, vorausgesetzt, dass die gebildete Rinde der Zersetzungsproducte jedesmal sofort entfernt ist. Aus der letzteren Berechnung ersieht man, obgleich auch diese Zahl vielleicht noch zu hoch ist, wie ausserordentlich geringfügig in unseren Breiten die Zersetzung der Feldspäthe durch die Verwitterung nur sein kann, denn auch der ziemlich unbedeutende Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Wässer kann die geringe Intensität ihrer Wirksamkeit nicht so steigern, dass die angegebene Zahl dadurch eine grosse Höhe erreichte; wichtiger ist allerdings, dass die theoretische, ebene und glatte Granitoberfläche Haushofer's nirgends existirt, und dass durch die mechanische Auflockerung der Gesteine im Grus den Atmosphärilien schon auf einem kleinen Raume sehr grosse Angriffsflächen geboten werden; aber auch diese Thatsache vermag nicht sehr viel an den ausgesprochenen Resultaten zu ändern, da man sich allenthalben im Granitgrus von der verhältnissmässig meist noch ziemlich grossen Frische der Feldspathkörner überzeugen kann, zumal vielfach, wenigstens dort, wo der Grus auf ungestörter Lagerstätte liegen bleibt, die Zersetzungsrinde sehr bald allem weiteren Eindringen der Agentien ein Ziel setzt, so dass nur noch die Spaltrisse eine Zeitlang ein Eindringen derselben gestatten, bis auch hier die Schicht der Zersetzungs-

producte zu stark geworden ist, um eine fernere chemische Thätigkeit zuzulassen.

Der Kaligehalt wird durch die atmosphärischen Agentien, wie schon oben gezeigt, kaum irgendwie angegriffen, dagegen vermögen die Organismen, vor Allem die Pflanzen, ihn dem Gestein zu entziehen; auf dieser Thatsache scheint die Fruchtbarkeit des Bodens der Erdoberfläche zu beruhen.

Über die Art der chemischen Verwitterungsproducte des Feldspaths wissen wir nichts Genaues, doch ergiebt sich aus dem optischen Befund, wie aus den in der Literatur zu findenden Analysenresultaten der Zersetzungsproducte, die Wahrscheinlichkeit, dass es sich nicht um Kaolin, sondern vermuthlich um andere wasserhaltige Thonerdesilicate dabei handelt; wahrscheinlich handelt es sich dabei um alkalihaltige Thonerdesilicate, da der Alkali-, und insbesondere der Kaligehalt den Wassergehalt der Verwitterungsproducte sehr oft noch übersteigt, und niemals fehlt.

Wenn die Verwitterungsproducte der granitischen Gesteine nicht am Ursprungsorte bleiben, sondern einen Transport durch Wasser oder Wind erleiden, so tritt meist eine Scheidung nach der Korngrösse ein, da das feinste Material am weitesten fortgeführt wird; letzteres wird dann sehr oft gesondert abgelagert, und diese Ablagerungen bezeichnet man als Letten oder Lehm, bezw. als Löss, oft aber auch als „Thon". Diese Letten u. s. w. bestehen theils aus Resten der ursprünglichen Gesteinsgemengtheile, theils aus deren Verwitterungsproducten, und differiren in ihrer chemischen Zusammensetzung meist erheblich vom Kaolin; ob sie überhaupt Kaolin enthalten, ist in den allermeisten Fällen zum mindesten sehr fraglich, gewöhnlich sogar recht unwahrscheinlich, wenngleich genaue Nachweise hierüber wegen der ausserordentlichen Feinheit der kleinsten Theilchen in der Regel sehr schwierig oder ganz unmöglich sind; die chemische Analyse giebt hier auch keinen sicheren Aufschluss, und so muss die Frage einstweilen noch offen gelassen werden, ob durch lange andauernde weitgehendste Verwitterung im Verwitterungslehm Kaolin gebildet werden kann oder nicht; zwar ist das Letztere nach allen Beobachtungen das Wahrscheinlichere, doch kann aus den oben angegebenen Gründen

hier kein sicherer Beweis gegeben werden. Wahrscheinlich ist, dass die so ungemein häufigen Verwitterungsletten, die oft auch als „Thone" bezeichnet werden, und zu denen auch die meisten Ziegelthone gehören, keinen Kaolinit enthalten, und also eigentlich den Namen „Thon" zu unrecht tragen; sie müssen also von den „echten Thonen" scharf geschieden werden, die zum grössten Theil aus Kaolinit bestehen, deren reinste Repräsentanten die feuerfesten Thone der keramischen Industrien sind, und welche in allen Fällen aus Kaolinerden durch blossen Wassertransport hervorgegangen sind; letzteres lässt sich in sehr vielen Fällen noch heute an Ort und Stelle nachweisen, da die Vorkommen von feuerfesten Thonen fast immer mit Kaolinvorkommen örtlich vergesellschaftet sind. Diese echten (d. i. Kaolinit-) Thone sind natürlich auch oft durch eingeschwemmte Verwitterungsproducte verunreinigt, und können so Übergänge zu „Verwitterungsthonen" bilden.

Unter den Verwitterungserscheinungen der Granite ist noch die Thatsache hervorzuheben, dass die Feldspatheinsprenglinge noch sehr lange völlig frisch bleiben, während die Grundmasse viel früher der Zerstörung anheimfällt, da natürlich die kleineren Partikel im aufgelockerten Gestein der Zersetzung viel grössere Angriffsfläche bieten, nachdem sie schon der mechanischen Zerstörung wegen des geringeren Zusammenhaltes feiner inhomogener Theilchen gegenüber den grossen homogenen Einsprenglingen geringeren Widerstand entgegengesetzt haben.

Eine besondere Art der Verwitterung ist die in den tropischen Küstengegenden so weit verbreitete Lateritbildung, welche viel weitgehender als die Kaolinisirung, sogar zur Bildung von Thonerdehydroxyden Anlass giebt, und bei der alle Alkalien und alkalischen Erden, sowie alle Kieselsäure dem Gestein entzogen werden; dieselbe geht auch bis zu grösseren Tiefen als gewöhnlich in unseren Zonen die Verwitterung, doch auch nicht tiefer als etwa 10 m. Wie verschieden jedoch auch diese intensivste Verwitterungsart von der Kaolinisirung ist, zeigen am besten die schon beschriebenen Kaolinvorkommen von Ceylon, einer Insel, die sonst in weiter Ausdehnung von einer mächtigen Lateritdecke überzogen ist, welche offenbar der stark salzhaltigen, feucht-

warmen tropischen Küstenluft ihre intensivste Zersetzung verdankt. Diese Thatsache, dass mitten im Lateritgebiet der Insel Ceylon local Kaolinvorkommen auftreten, ist auch der beste Beweis gegen die Anschauung von K. Glinka (302), welcher Grus, Kaolin und Laterit als drei klimatische Facies der Verwitterungsproducte aufgefasst haben möchte, entsprechend der kalten, gemässigten und heissen Zone. Wenn diese Anschauungen richtig wären, könnte doch unmöglich auf Ceylon Kaolin neben Laterit auftreten.

Was nun endlich noch die accessorischen Bestandtheile des Granits anbetrifft, so verwittern dieselben z. Th. fast gar nicht, wie z. B. Apatit und Zirkon. Eisenerze werden dagegen rasch zu Oxyden oder Hydroxyden zersetzt: Hussakit wird häufig und leicht durch Auslaugung seines Schwefelsäuregehaltes in trüben Xenotim übergeführt: auch Monazit erleidet oft eine Trübung.

Betrachtet man neben diesem normalen Verwitterungsprocess der granitischen Gesteine deren **Kaolinisirung**, so machen sich fundamentale Unterschiede geltend. Zunächst lässt sich allenthalben feststellen, dass der Kaolinisirung der Gesteine keinerlei mechanische Auflockerung vorangegangen ist. Wie sich an zahlreichen Übergängen von frischen Gesteinen in Kaolinerden an vielen Orten sicher feststellen lässt, beginnt die Kaolinisirung, also die intensive chemische Zersetzung schon im noch völlig festen Gestein; es tritt auch mit fortschreitender Kaolinisirung ausser dadurch, dass der Kaolinit wegen seiner Weichheit und Feinschuppigkeit die Cohäsion des Gesteins durch seine blosse Gegenwart herabdrückt, keine weitere mechanische Auflockerung ein. Dies geht so weit, dass z. B. bei Mügeln ein solcher halbkaolinisirter Quarzporphyr, dessen Feldspatheinsprenglinge schon völlig kaolinisirt sind, während die Grundmasse noch intact ist, in Steinbrüchen durch Sprengen mittelst Dynamit gewonnen wird und als Chausseematerial Verwendung findet. An den in grösserer Tiefe befindlichen, nicht von Tagewässern durchdrungenen und dadurch auch nicht plastisch gemachten, sondern trocken stehenden Kaolinerden lässt sich allenthalben noch eine verhältnissmässig grosse Festigkeit wahrnehmen, welche beweist, dass eine mechanische Lockerung

in keiner Weise stattgefunden hat. Die Kaolinisirung der Gesteine stellt sich also als eine sehr intensive, aber rein chemische Zersetzung dar.

Wenn die Tagewässer in das kaolinisirte Gestein eindringen, so werden sie von der stark porösen Kaolinerde natürlich begierig aufgesogen, und letztere wird dadurch plastisch und weich. Die Structur des ursprünglichen Gesteins lässt sich in der Kaolinerde noch viel besser erkennen als in dem Verwitterungsgrus. Wenn der Kaolin durch einen natürlichen Schlämmprocess aus der Kaolinerde ausgewaschen und an anderer Stelle neu abgelagert wird, so entstehen Kaolinthone bezw. feuerfeste plastische Thone[1]; werden letztere durch andere Gesteinsfragmente, Verwitterungsreste u. dergl. verunreinigt, so entstehen Zwischentypen zwischen den „echten", d. h. hauptsächlich aus Kaolinit bestehenden Thonen, und den (wahrscheinlich) kaolinitfreien „Verwitterungsthonen".

Eine andere Beobachtung, welche man bei der Kaolinbildung in allen Gesteinen machen kann, ist, dass zuerst die Einsprenglinge und zuletzt die Grundmasse kaolinisirt werden, während bei der Verwitterung das Umgekehrte der Fall ist. Diese Thatsache wird durch zahlreiche halbkaolinisirte Gesteine von Karlsbad, Meissen, Mügeln, Halle und anderen Orten bewiesen, deren Feldspatheinsprenglinge völlig kaolinisirt sind, während der Feldspath der Grundmasse noch völlig frisch ist; umgekehrt braucht man nur auf die selbst in der Ackererde oft noch völlig frischen Feldspatheinsprenglinge, wie z. B. die „Karlsbader Zwillinge", hinzuweisen, um das gegentheilige Verhalten derselben bei der Verwitterung zu kennzeichnen. Des Ferneren muss die Umwandlung der Gesteine zu Kaolinerde durch einen viel intensiveren chemischen Process hervorgebracht worden sein als den der Verwitterung, da dem Kaolin auch der Kaligehalt fehlt, welcher doch im ursprünglichen Feldspath vorhanden war, also bei der Kaolinisirung weggeführt ist, was bei der Verwitterung höchstens in ganz minimalem Maasse der Fall ist; der übrigens auch viel geringere Alkaligehalt, den manche

[1] so z. B. bei Löthain unweit Meissen, Bennstedt und Cölme in der Gegend von Halle, und an anderen Orten.

Kaolinanalysen aufweisen, kommt hierbei nicht in Betracht, da er offenbar feinen, dem Kaolin beigemengten Muscovitschüppchen entstammt. Daraus geht auch hervor, dass der Kaolin der unfruchtbarste Boden sein muss, weil er keine Alkalien und überhaupt keine der Substanzen, welche die Pflanzen zu ihrer Existenz nöthig haben, enthält; wenn also Kaolinerde das normale Verwitterungsproduct des Granits wäre, so müssten gerade die thatsächlich oft so fruchtbaren Granitgebiete die unfruchtbarsten sein; z. B. der so ungemein fruchtbare Löss der Gegenden von Halle und Mügeln, der wohl zweifellos zum weitaus grössten Theil aus dem dortigen Porphyr stammt, müsste einer der unfruchtbarsten Ackerböden sein, wenn er aus Kaolin bestände, wie dies der Fall sein müsste, wenn letzterer das normale Verwitterungsproduct jener Gesteine wäre. Erwähnenswerth ist noch, dass auch die Ausbleichung des Biotits, mit welcher die Verwitterung allenthalben beginnt, in den kaolinisirten Gesteinen oft nicht zu beobachten ist, da derselbe hier nicht selten noch völlig frisch zu finden ist. In anderen Vorkommen von Kaolinerde ist der Glimmer, insbesondere wohl der Biotit, z. Th. in Chlorit umgewandelt, was bei der normalen Verwitterung nicht sicher nachgewiesen ist. Auch der Nontronit kann hier erwähnt werden, dem dieselbe Entstehungsart wie dem Kaolin, obwohl nicht durch Verwitterung, zuzukommen scheint. Auch eine Neubildung von Muscovit als Nebenproduct der Kaolinisirung, wie sie für manche Kaolinvorkommen wahrscheinlich ist, kommt bei der Verwitterung nirgends vor. Ferner sind die mehrfach als mehr oder minder sichere Neubildungen erwähnten Mineralien: Eisenspath, Turmalin, Schwefelkies, Topas und Flussspath, unter den Verwitterungsproducten bisher noch nie gefunden, und sind auch von solcher Art, dass ihre Entstehung durch Verwitterungsprocesse oder als Absatz von atmosphärischen Wässern mehr oder weniger als ausgeschlossen erachtet werden muss. Dass Kaolin- und Lateritbildung zwei ganz grundverschiedene Processe sind, ist endlich schon oben gezeigt worden.

Ein Unterschied ist auch bei den accessorischen Gemengtheilen zwischen Kaolinbildung und Verwitterung vorhanden, da einerseits die ziemlich leicht verwitternden: Hussakit,

Eisenerze und Monazit im Kaolin sehr oft noch völlig frisch sind, während andererseits z. B. der schwerverwitternde Titanit im Kaolin häufig zersetzt erscheint, und der den Graniten wohl nie fehlende, fast unverwitterliche Apatit, da er im Kaolin nirgends beobachtet werden konnte, offenbar der Zerstörung völlig anheimfällt.

Wichtig ist ferner noch die Thatsache, dass in Wahrheit wohl kaum bei einer Kaolinlagerstätte, wo sich der Kaolin noch am Ursprungsorte befindet, eine Abnahme der Kaolinisirung nach der Tiefe und ein Übergang in festes Gestein nach dieser Richtung beobachtet worden sind. Am häufigsten ist das allmähliche Festerwerden der Kaolinerde nach der Tiefe, das sehr oft zu beobachten ist, für ein Anzeichen abnehmender Zersetzung gehalten worden; doch hatte ich Gelegenheit, vielfach unzweifelhaft festzustellen, dass thatsächlich kein Unterschied im Grad der Kaolinisirung besteht, wohl aber ein solcher in der Durchdringung mit Tagewässern, welche die Masse aufweichen, und die natürlich nach der Tiefe mehr und mehr abnehmen; dieser Unterschied besteht also nur im Grade der Trockenheit des Materials; trockener Kaolin ist natürlich fester als durch Wasser aufgeweichter und plastisch gemachter. Im Gegensatz kann man manchmal finden, dass nach der Tiefe eine Zunahme des Gehalts an ausschlämmbarem Material eintritt, oder dass stärker und schwächer kaolinisirte Partien miteinander wechseln. Auch die grössere oder geringere Verkieselung des Gesteins wird oft mit stärkerer oder schwächerer Kaolinisirung verwechselt. Übergänge von kaolinisirtem zu frischem Gestein habe ich selbst zwar öfters, aber stets nur in horizontaler Richtung beobachten können, während alle Angaben über solche Übergänge in verticaler Richtung, soweit sie sich auf die von mir besuchten Kaolinlagerstätten beziehen, sich als auf Irrthum beruhend erwiesen. Wie solche Irrthümer entstehen, ist auch schon einmal an früherer Stelle ausgesprochen worden; es gehen nämlich viele Forscher schon von der fertigen Annahme aus, dass die Kaolinisirung des Gesteins in mehr oder minder grösserer oder geringerer Tiefe ihr Ende erreiche, und lassen sich weiter durch ähnliche Anschauungen, welche bei auf der Grube Beschäftigten

vorhanden sind, in ihrer Voreingenommenheit befestigen; andere halten, auf der gleichen Meinung fussend, die grösste durch Bohrungen u. s. w. erreichte Tiefe für die Grenze des kaolinisirten gegen das unzersetzte Gestein. Derartige Versehen sind selbst bei sonst vollständig zuverlässigen Autoren vorgekommen. Auf allen von mir besuchten Kaolingruben habe ich bei genauer Nachforschung, auf Grund der Bohrjournale und des Ortsbefundes, theilweise mit grosser Mühe, wo auf der Grube ähnliche Meinungen wie die oben kritisirten im Gange waren, aber stets mit voller Sicherheit festgestellt, dass eine solche Grenze zwischen zersetztem und unzersetztem Gestein nach der Tiefe nicht bekannt ist, obwohl sich in der Literatur oft genug gegentheilige Angaben fanden. Man wird daher vielleicht berechtigt finden, wenn ich an der Richtigkeit gleicher Angaben auch von anderen Fundorten, welche ich nicht selbst besuchen konnte, Zweifel zu hegen wäge.

Am bemerkenswerthesten aber ist vielleicht die an mehreren Punkten, so besonders in der Gegend von Karlsbad und der von Halle zu machende Beobachtung, dass halbkaolinisirte Gesteine durch die Einflüsse der Verwitterung nicht weiter kaolinisirt werden, sondern zu einem schmutzfarbenen lockeren Verwitterungsgrus, ohne eine Spur von neuer Kaolinbildung, zerfallen.

Aus diesen Untersuchungen scheint mir mit Sicherheit hervorzugehen, dass Kaolinisirung und Verwitterung zwei grundverschiedene Processe sind, deren Endproducte unmöglich miteinander verwechselt werden können, sowie dass auch nicht etwa die Kaolinisirung eine Fortsetzung der Verwitterung ist, da sie in ganz anderer Weise beginnt und sich äussert als die letztere, und da im Gegentheil halbkaolinisirte Gesteine durch die Verwitterung nicht etwa weiter kaolinisirt werden, sondern zu Grus zerfallen, d. h. der normalen Verwitterung unterliegen.

Demnach kann Verwitterung nicht als Ursache der Kaolinisirung angenommen werden.

Manche Autoren haben wohl bemerkt, dass Kaolinerde nicht das normale Verwitterungsproduct der granitischen Gesteine ist, um aber trotzdem die Verwitterung zur Erklärung der Kaolinbildung heranziehen zu können, haben sie verschiedene Auswege versucht. So sind Cohen und Deecke (42) zu dem Glauben gekommen, dass die Kaolinisirung mit Spaltensystemen in Verbindung stände, die den Tagewässern das Eindringen erleichtert hätten. Thatsache ist, dass sich bei allen Kaolinlagerstätten das frühere Vorhandensein von Spalten nachweisen lässt, welche heute meist durch Neubildungen — Hornstein- und Quarzgänge, Turmalinadern, Schwefelkiesgänge — wieder ausgefüllt sind. Aber schon die Natur derselben, wenigstens der beiden letztgenannten dieser Gangausfüllungen, beweist, dass seit der Öffnung dieser Spalten andere als blosse Tagewässer auf denselben circulirt haben müssen; und andererseits sind an vielen anderen Stellen der Granitgebiete dieselben Anzeichen für Spaltenbildungen vorhanden, ohne dass eine Kaolinisirung des Gesteins irgendwie zu bemerken wäre. Endlich ist auch nicht einzusehen, warum die Wirkungsweise der atmosphärischen Wässer, welche an der Oberfläche auch im verwittertsten und dadurch aufgelockertsten Gestein keine Kaolinisirung herbeiführen können, auf den Spalten eine so viel intensivere chemische Wirksamkeit entfalten sollen. Es muss also auch die Annahme, dass von Spalten aus wirkende Tagewässer die Kaolinisirung verursacht hätten, als höchst unwahrscheinlich bezeichnet werden.

Andere, wie Delesse (60) (61), André (2) und Laube (169) halten die Kaolinbildung für eine Verwitterungserscheinung, welche nur einzelnen Granitvarietäten eigenthümlich ist. Es ist im speciellen Theil gezeigt worden, wie ausserordentlich mannigfaltig die kaolinisirten Gesteine sind; es finden sich Glieder aller Zweige der granitischen Gesteinsfamilie kaolinisirt, Zweiglimmer-, Biotit-, Muscovitgranite, Gang-, Stock-, Lagergranite, Aplite, Pegmatite, Quarzporphyre, Felsite und Pechsteine. Alle diese mannigfaltigen Gesteine sind auch da, wo sie in derselben Gegend in grösserer Verbreitung gleichförmig auftreten, nur an vereinzelten Punkten und dann bis zu grosser Tiefe kaolinisirt, unabhängig auch

von der Oberflächenbeschaffenheit, während rings um die kaolinisirten Stellen sich oft genau dasselbe Gestein unzersetzt vorfindet, und dort überall durch die normale Verwitterung zu einem sandigen Grus, nicht aber zu Kaolin zerfällt. Während es sehr weite Strecken giebt, in denen der Granit keine Spur von Kaolinisirung aufweist, ja während es grosse Granitgebirge, wie z. B. die Centralalpen giebt, in denen überhaupt keine Kaolinerde vorkommt, sind dieselben oder ganz ähnliche Gesteine an einigen wenigen, räumlich sehr eng begrenzten Stellen bis zu grosser Tiefe völlig kaolinisirt — gewiss nicht die Art des Vorkommens eines Verwitterungsproductes. Wir kennen im Ganzen noch nicht hundert Kaolingebiete, davon vielleicht ein Drittel ausserhalb Europas — eine verschwindende Zahl gegen die Ausdehnung und Häufigkeit der Granitmassive; und diese so seltenen und darum technisch so hochgeschätzten und werthvollen Kaolinvorkommen sind aus den mannigfaltigsten Granitvarietäten hervorgegangen. Wo ein solches Kaolinvorkommen sich findet, da ist alles irgend zersetzbare Gestein, das sich zufällig in seinem Bereich befand, mit zersetzt worden: so sind selbst Diabasgänge, welche Kaolinlager kreuzen (auf Bornholm), und im Granit eingeschlossene Schollen von Hornfels (bei Kornthann) völlig zu thonigen Substanzen zersetzt, während dieselben ausserhalb der Kaolinlagerstätten noch frisch sind. Daraus ersieht man wohl klar genug, wie intensiv die Umwandlung an diesen localen Vorkommen gewesen sein muss und dass sie nicht durch irgend eine Beeinflussung durch Tagewässer erfolgt sein kann.

Die Annahme André's, dass nur glimmerarme Granite kaolinisirt seien, ist übrigens irrthümlich, es sind theilweise, wie bei Tirschenreuth bei Wildstein und auch in Cornwall, recht glimmerreiche Granite kaolinisirt. Diese Meinung ist wahrscheinlich theilweise durch die Beobachtung veranlasst, dass die Kaolinerden oft glimmerarm sind, auch wenn die ursprünglichen Granite dies nicht waren; es scheint oft eine Zerstörung des — durch die Atmosphärilien fast unangreifbaren — Glimmers, auch des Muscovits, bei der Kaolinisirung stattgefunden zu haben.

Manche Autoren, wie Mitscherlich (196) und Hochstetter

glauben, dass die Kaolinisirung unter einer Bedeckung von Kohlenflötzen, welche Schwefelkies enthielten, vor sich gegangen sei; dieser Schwefelkies soll durch einsickernde Tagewässer oxydirt worden sein, die dabei freiwerdende Schwefelsäure wäre dann mit den Tagewässern in den darunter liegenden Granit eingedrungen und habe denselben kaolinisirt, darauf habe sie sich wieder reducirt und von neuem Schwefelkies gebildet. Begründet ist diese Anschauung auf das Vorkommen von Schwefelkies als Neubildung in vielen Kaolinvorkommen, sowie auf die Thatsache, dass einige wenige der letzteren thatsächlich unter Kohlenflötzen liegen; in Wahrheit ist es jedoch eine grosse Seltenheit, dass Kohlen über kaolinisirtem Gestein liegen, und bei den meisten Kaolinvorkommen ist sicher, dass niemals eine derartige Bedeckung vorhanden gewesen ist. Zudem ist der Schwefelkies auch durchaus nicht die einzige Neubildung, und eine solche von Turmalin u. s. w., wie sie für viele Fälle sicher ist, bleibt bei der angegebenen Theorie unerklärt, welche übrigens auch nur durch Verallgemeinerung von localen, anscheinend irrig gedeuteten Beobachtungen entstanden ist. Endlich giebt es auch schwefelkiesführende Kohlenflötze, welche über granitischen Gesteinen abgelagert sind, ohne dass letztere Kaolinisirungserscheinungen zeigen. Aber schon die einfache Thatsache, dass die meisten Kaolinvorkommen nicht unter Kohlenflötzen liegen, genügt zur Widerlegung dieser Theorie.

Damit fällt auch die letzte der Theorien, welche die Kaolinbildung als eine Wirkung der Tagewässer ansehen; man muss also vielmehr annehmen, dass die letzteren weder allein, noch durch die Stoffe, welche sie an der Tagesoberfläche oder in den Schichten, welche sie durchsickerten, gelöst haben, eine Kaolinisirung des Feldspaths herbeiführen können. Künstliche Versuche, die von mehreren Autoren[1] angestellt worden sind, haben gezeigt, dass es unmöglich ist, durch reines Wasser, auch in Form von überhitzten Dämpfen, den Feldspath zu kaolinisiren, dagegen gelingt dies mittelst einer ganzen Reihe von Säuren, und nur mit Kohlensäure ist der Versuch bis jetzt noch nicht geglückt.

[1] Brongniart und Malaguti (34) (35) (36), Daubrée (53) (55), Thugutt (271), Collins (44) u. a.

Brongniart und Malaguti (35) (36) war es gelungen, durch Einwirkung des elektrischen Stromes Feldspath zu kaolinisiren, und sie sprachen, diesen Laboratoriumsversuch verallgemeinernd und im Sinne einer gleichen Vermuthung Gehlen's, ihre Meinung dahin aus, dass die Zersetzung des Feldspaths zu Kaolin in der Natur wahrscheinlich durch Contactelektricität erfolgt sei; sie glaubten, dass beim Contact gewisser, besonders eisen- oder erzreicher Gesteine mit anderen ein elektrischer Strom entstände, der dann die Kaolinisirung des Feldspaths bewirkte. Für die Existenz solcher Ströme konnten sie jedoch keine Beweise beibringen, auch ist an vielen Stellen, wo nach dieser Theorie die kaolinisirende Thätigkeit elektrischer Contactwirkung zu vermuthen wäre, nichts davon zu bemerken, während an anderen Stellen, wo Kaolinlager vorkommen, ein Contact zweier verschiedener Gesteine hinwieder nicht vorhanden ist. Demnach hat diese Theorie, für welche in der Natur thatsächlich alle Anhaltspunkte fehlen, wohl nur noch historische Bedeutung.

Fournet (90) glaubte die Ursache der Kaolinbildung in der Neigung der Substanzen zum Dimorphismus suchen zu müssen; dass von einer Dimorphie im eigentlichen Sinne des Wortes jedoch nicht die Rede sein kann, geht ja schon daraus hervor, dass Feldspath und Kaolinit zwei ganz verschiedene Substanzen sind. Fournet glaubte, dass die Umwandlung von Feldspath in Kaolin schon beim Erkalten des granitischen Magmas stattgefunden habe und zwar unter dem Einfluss der Contactelektricität. Es bleibt bei dieser Theorie unklar, was aus den dem Feldspath bei der Kaolinbildung entzogenen Substanzen geworden ist; auch lässt sich nicht erklären, warum die zersetzende Wirkung sich im Magma nur an einzelnen, oft von jedem Contact weit entfernten Stellen äusserte, und nicht im gesammten Magma. Eine ausführlichere Widerlegung auch dieser Hypothese ist daher wohl nicht nöthig.

Andere Autoren endlich zogen vulcanische Processe als Ursachen der Kaolinbildung an. Dahin gehört Kasai (147), welcher glaubte, dass bei Basalteruptionen durch vulcanische Auswürflinge und die Eruption begleitende Gasexhalationen Wassermassen, welche den Granit bedeckt hätten und bei der Eruption gleichzeitig stark erhitzt worden wären, so viel

kaolinisirende Agentien aufgenommen hätten, um den Granit völlig zu zersetzen. Diese Theorie, welche speciell für die Zettlitzer Kaolinlagerstätten aufgestellt wurde, ist für diese schon an früherer Stelle näher besprochen und als ziemlich unwahrscheinlich befunden worden; eine ausführlichere Widerlegung gegen eine etwaige Verallgemeinerung derselben wird hier durch die blosse Thatsache hinfällig, dass die Mehrzahl der Kaolinlagerstätten gar nicht in der Nähe von Basaltmassiven liegen, sowie dass eine Wasserbedeckung zur Tertiärzeit nur für einen Theil derselben nachweisbar ist. Es gestaltet sich zwar stellenweise die Vergesellschaftung von Basaltvorkommen mit Kaolinlagerstätten sehr auffallend, wie z. B. bei der Haingrün, doch erscheint die Annahme eines genetischen Zusammenhanges beider darum noch nicht nöthig, ja oft kaum wahrscheinlich.

Der Erste, welcher pneumatolytische Processe als Ursache der Kaolinbildung annahm, war L. v. Buch (38); schon vor ihm hatte Hauy (118), welcher jedoch bei dem damaligen Stand der Anschauungen keine Schlüsse an seine Beobachtungen knüpfte, das Vorkommen von Kaolin als Begleiter der Zinnerzformation bemerkt. L. v. Buch fand nun in einer Kaolinerde der Gegend von Halle Flussspath in nicht unbedeutender Menge, und knüpfte daran die Vermuthung, dass die Kaolinisirung durch Flusssäuredämpfe hervorgebracht worden sei. Leider unterliess er eine nähere Begründung dieser Hypothese, und so fand die letztere lange keine Beachtung, bis erst viel später Forchhammer (87) mit Bezug auf die skandinavischen Kaolinvorkommen verwandte Anschauungen aussprach. Forchhammer nahm an, dass im Gefolge der Gebirgserhebung Skandinaviens Klüfte entstanden, auf denen überspannte Wasserdämpfe ausströmten, welche eine Kaolinisirung des Gesteins hervorbrachten; in dieser Form sind Forchhammer's Anschauungen jedoch wohl irrthümlich, da es bisher nicht gelungen ist, durch Wasser allein, auch in Form von überhitzten Dämpfen, Feldspath zu kaolinisiren. Erst Daubrée (54) (55) (56) blieb eine genauere Untersuchung und Begründung einer Theorie vorbehalten, welche die Kaolinbildung pneumatolytischen Processen zuschrieb. Nachdem durch Experimente bewiesen war, dass

eine Kaolinisirung der Feldspäthe nur unter Mitwirkung von Säuren möglich ist, übertrug Daubrée die Resultate auf die Natur, indem er nachwies, dass in den natürlichen Thermen Substanzen auftreten, welche eine Kaolinisirung hervorbringen können. Seiner Anschauung schloss sich auf Grund eigener Untersuchungen Collins (44) an, welcher die Kaolinbildung für ein Resultat der Einwirkung aus der Tiefe kommender, auf Klüften und Spalten circulirender Lösungen von Fluorsilicaten und Fluorboraten hielt; als Beweis führte er zuerst das Vorhandensein von Topas, Turmalin und anderen fluorhaltigen Mineralien in manchen Kaolinerden an. Nach ihm wies de Launay (59) für die Kaolinvorkommen von Les Colettes die Zugehörigkeit zur Zinnerzformation nach und hob hervor, dass nicht recente Thermen, sondern postvulcanische, im Gefolge der Graniteruption selbst auftretende pneumatolytische Processe die Kaolinbildung verursacht hätten. Zu ähnlichen Annahmen kamen durch eigene Untersuchungen an anderen Vorkommnissen Mallard (186), Eichstädt (73), Davies (53) und Auscher und Quillard (6).

Im speciellen Theil habe ich versucht, für die einzelnen mir zugänglich gewordenen Kaolinlagerstätten alle Umstände und alle Anschauungen genau zu prüfen, und die Resultate sind in den einzelnen Fällen mit ausführlicher Begründung mitgetheilt worden. Nach den obigen Ausführungen glaube ich als bewiesen ansehen zu dürfen, dass die Einwirkung der Tagewässer eine Kaolinbildung nicht hervorbringen kann: der stricte Beweis, welche anderen Processe dieselbe hervorgebracht haben, kann nur im Einzelnen von Fall zu Fall durchgeführt werden, und ist nicht selten überhaupt ganz unmöglich. Soviel wie möglich habe ich mich im speciellen Theil bemüht, den Spuren der kaolinbildenden Agentien nachzugehen, um aus den Neubildungen ihre Zusammensetzung und Wirkungsweise zu erforschen; im Folgenden soll nochmals eine kurze Zusammenstellung der Resultate versucht werden.

Die Kaolinlagerstätten finden sich allenthalben nur als vereinzelte Nester im unzersetzten Gestein und sind überall räumlich eng begrenzt; manchmal, wie bei Karlsbad, liegen mehrere solche Nester auf einem Streifen, welcher die Richtung einer Spalte anzudeuten scheint. Auch innerhalb der

Kaolinlagerstätten selbst lässt sich oft erkennen, dass das Gestein streifenweise vollständiger kaolinisirt erscheint; in anderen Fällen wird das Verhältniss noch klarer dadurch, dass das Gestein überhaupt nur parallel zu Gangspalten kaolinisirt ist. Das frühere Vorhandensein offener Spalten, die heute durch Neubildungen ausgefüllt sind, lässt sich fast bei allen Kaolinvorkommen nachweisen, da die in denselben so ungemein häufigen Gänge von Quarz, Hornstein u. s. w. doch nichts weiter sind, als solche nachträglich ausgefüllte Spalten. Es scheint aus diesen Thatsachen hervorzugehen, dass die kaolinisirenden Agentien von Spalten aus gewirkt haben. Da eine Abnahme des Grades der Kaolinisirung nach der Tiefe nirgends mit Sicherheit beobachtet worden zu sein scheint, so haben die Agentien wohl nicht in Beziehung zu Oberflächenerscheinungen gestanden; da ich ferner oben nachgewiesen zu haben glaube, dass die Kaolinisirung durch gewöhnliche Tagewässer nicht erfolgt sein kann, so kamen die kaolinisirenden Agentien wohl aus der Tiefe. Die Wirkung der von den Spalten aus sich im Gestein verbreitenden Agentien ist eine rein chemische, und zwar eine sehr intensive gewesen, da selbst der sonst so schwer zersetzbare Muscovit vielfach angegriffen worden zu sein scheint, und der gleichfalls nicht verwitternde Apatit sicher in allen Fällen völlig zerstört worden ist; auch die vollständige Zersetzung zufällig im kaolinisirten Gestein aufsetzender Diabasgänge oder eingeschlossener Hornfelsschollen weist auf eine grosse Intensität der chemischen Wirksamkeit hin.

Über die Zusammensetzung der Agentien, welche die Kaolinbildung veranlasst haben, können nur etwaige Neubildungen Aufschluss geben; in erster Reihe sind also die Kluft- und Gangausfüllungen in den Kaolinlagerstätten zu betrachten. Der unter denselben am weitesten verbreitete Quarz vermag keinen Aufschluss zu geben, da er ebensogut aus der dem Gestein bei der Kaolinisirung entzogenen Kieselsäure gebildet wie aus der Tiefe neu zugeführt sein kann; von grösster Wichtigkeit dagegen sind Turmalin und Schwefelkies als Kluftausfüllungen in der Kaolinerde, zu der besonders der erstere öfters in den engsten Beziehungen steht, so dass

das Gestein in der Nähe der Turmalinadern am intensivsten kaolinisirt erscheint; aus der letzteren Thatsache lässt sich schliessen, dass der Turmalin eine Neubildung der kaolinisirenden Agentien ist, und sein Fluor- und Borgehalt wahrscheinlich aus denselben stammt. Als sonstige Neubildungen, welche theils miteinander vergesellschaftet, theils einzeln in der Kaolinerde auftreten, sind zu nennen: Topas und Flussspath, deren Gegenwart auf das Vorhandensein von Fluor unter den Agentien hinweist, Eisenspath, welcher für die betreffenden Fundpunkte den Hinweis auf Kohlensäure, Schwefelkies, der vielleicht den Hinweis auf schweflige Säure, Graphit, welcher denjenigen auf Metallcarbonyle giebt, ferner Zinnerz, Türkis, Bleiglanz und einige andere Erze. Auch der Zusammenhang dieser Neubildungen mit der Kaolinisirung ist nicht selten unverkennbar, da die mit den betreffenden Mineralien am reichsten imprägnirten Partien des Gesteins auch am stärksten kaolinisirt zu erscheinen pflegen. Für die Lagerstätten einiger dieser Mineralien, wie die von Zinnerz, Türkis und Graphit, ist eine pneumatolytische Bildungsweise wahrscheinlich; für andere, wie Bleiglanz u. s. w., wird gewöhnlich eine Entstehung durch Absatz aus Thermalwässern angenommen. Man darf also vermuthen, dass die kaolinisirenden Agentien in Gestalt von Dämpfen und heissen Lösungen aus der Tiefe kamen, unter denen die wichtigste Rolle wohl Fluor, Borsäure und vielleicht schweflige Säure gespielt haben; das Fluor ist, falls ein Theil der neugebildeten Kieselsäure aus der Tiefe stammt, vielleicht in Gestalt von Fluorsilicium aufgetreten.

Dass auch heute noch Thermalwässer eine kaolinisirende Wirkung ausüben können, dafür liefern die, übrigens schwach fluorhaltigen Thermen von Karlsbad einen Beweis, deren Quellspalten von einer Granitbreccie ausgefüllt sind, die nach Hochstetter (131) und Knett (153) schwach kaolinisirt ist; dass diese Kaolinisirung hier aber nur schwach ist, spricht dafür, dass die kaolinisirenden Agentien, welche die Bildung grosser Kaolinlagerstätten herbeigeführt haben, viel intensiver aufgetreten sein müssen. Bedeutender ist die Kaolinisirung im Nebengestein der Thermen von Glashütten bei Schemnitz in Ungarn. Doch scheint die Kaolinbildung

durch viel heftiger wirkende Thermen und Gasexhalationen als die heute noch vorhandenen hervorgerufen zu sein, sie muss also wohl in eine Zeit intensiverer vulcanischer Thätigkeit fallen, d. i. wahrscheinlich in die Zeit bald nach der Eruption der Granite bezw. Quarzporphyre etc. selbst.

Als Resultat scheint mir aus diesen Untersuchungen mit völliger Sicherheit hervorzugehen, dass Verwitterung und Kaolinisirung zwei vollständig verschiedene, unmöglich miteinander zu verwechselnde Zersetzungsprocesse sind — dass also Verwitterung nicht die Ursache der Kaolinbildung sein kann. Es ist vielmehr als wahrscheinlich anzusehen, dass es postvulcanische, pneumatolytische und pneumatohydatogene Processe waren, welche die Kaolinisirung herbeigeführt haben.

Schlusswort.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. E. Weinschenk in München, auf dessen Anregung hin diese Arbeit entstanden ist, für seine Anleitung und sein lebhaftes Interesse an derselben meinen aufrichtigsten und herzlichsten Dank auszusprechen. Auch dem Leiter des mineralogischen Instituts der Universität in München, in welchem die Arbeiten ausgeführt wurden, Herrn Prof. Groth, bin ich zu grossem Dank verpflichtet. Ausserdem schulde ich noch einer Reihe von Herren Dank, welche mich mit Material zu meinen Untersuchungen unterstützten oder mir in entgegenkommendster Weise den Besuch ihrer Gruben gestatteten, bezw. mir in bereitwilligster Weise alle erbetenen Aufklärungen gaben; es sind dies vor allem die Herren: Herr Hermann Dorfner in Hirschau, Herr Ingenieur Göthe in Firma K. Krister in Seilitz, Herr R. Gottl in Fischern bei Karlsbad, Herr Lorenz in Zettlitz, Herr Director Richter in Tirschenreuth, die Herren Schmidt und Schott in Firma J. G. Boltze in Salzmünde bei Halle, Herr Werner in Wildstein, Herr Schichtmeister Wild in Fischern und Herr F. M. Wolf in Kemmlitz bei Mügeln.

Druck von Carl Grüninger, Stuttgart.